

Ho 130001

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นางสาวนัฐารุจา สร้อยกุดเรือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2564

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวนัฐารุจา สร้อยกุดเรือ แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรพรรณ ยुरะยาตร์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันท์เพ็ญ ภูโสภา)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งลาวัลย์ ละอ้าคา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

- ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ผู้วิจัย : นางสาวนัญฐารุจา สร้อยกุลเรือ
- ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรณวิไล ดอกไม้
- ปีการศึกษา : 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 42 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด จำนวน 9 แผน 14 ชั่วโมง มีความเหมาะสมอยู่ระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.35-4.53$, $S.D. = 0.00-0.35$) 2) แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3-0.73 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 แบบอัตนัย 9 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.39-0.59 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 และ 3) แบบบันทึกผลสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และร้อยละ (%)

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด มีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยหลังเรียนแต่ละด้าน ดังนี้ ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ เฉลี่ยร้อยละ 84.76 ทักษะการคิดสังเคราะห์ เฉลี่ยร้อยละ 84.29 และทักษะการประเมินค่า เฉลี่ยร้อยละ 90.48 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน โดยในวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกด้านจำนวน 9 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 33 คน ในวงจร

ปฏิบัติที่ 2 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกด้านจำนวน 21 คน ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน และในวงจรปฏิบัติที่ 3 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกคน

คำสำคัญ: รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน; ทักษะการคิดขั้นสูง; กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด; วิจัยเชิงปฏิบัติการ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title : The Open-ended Inquiry Process Flipped Classroom for High-Order Thinking Skills Development of the 11th Grade Students
Author : Miss Nattharuja Soikudreua
Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University
Advisors : Assistant Professor Dr. Panwilai Dokmai
Year : 2021

ABSTRACT

This action research aimed to study the open-ended inquiry process flipped classroom for High-Order Thinking Skills (HOTS) development of the 11th grade students to meet the criteria of 75 percentages. The participants were selected by purposive sampling included of 42 grade 11 students in Mathayomsueksa 5/10 in the second semester of 2020 academic year at Sarakhampitthayakhom School, Muang District, Maha Sarakham Province. The research instruments consisted of 1) the 9 lesson plans of open-ended inquiry process flipped classroom on Electrochemistry, within 14 hours with the most appropriate level ($\bar{x} = 4.35-4.53$, $S.D. = 0.00-0.35$), 2) the High-Order Thinking Skills test with 36 items of four multiple choices, discriminant index between 0.3–0.73 and reliability of 0.95 and the 9 items of subjective test with discriminant index between 0.39–0.59 and reliability of 0.93 and 3) the High-Order Thinking Skills observation form. Data analysis statistics were mean (\bar{x}), standard deviation ($S.D.$) and percentage (%).

The research revealed that after learning through the open-ended inquiry process flipped classroom, students had High-Order Thinking Skills higher than before the experiment. The students post High-Order Thinking Skills average score were 84.76 percent of analysis skill, 84.29 percent of synthesis skill and 90.48 percent of evaluation skill. In cycles 1, 9 students had the HOTS score passed the criteria of 75 percent in all aspects and 33 students could not passed the criteria. In cycles 2, 21 students had the HOTS score passed the criteria of 75 percent and 21 students could

not passed the criteria. In the cycles 3, all of students had the HOTS score passed the criteria of 75 percent.

Keywords: Flipped Classroom, High-Order Thing Skill, Open Inquiry and Action Research



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ภูโสภา และอาจารย์ ดร.รุ่งลาวัลย์ ละอาคา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาทางด้านวิชาการ ดูแลด้วยความเมตตา และห่วงใยสม่ำเสมอ จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน และคุณครูรุ่งระวี ศิริบุญนาม ที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็น ผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัยและได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำ วิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครูทุกท่าน และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนในโรงเรียน สารคามพิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนเรื่องต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา และเข้าใจในสิ่งที่เป็นอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิจัย จนทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวนันทารุจา สร้อยกุดเรือ

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	6
1.3 ขอบเขตการวิจัย	6
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	11
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....	12
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	12
2.2 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	22
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน	35
2.4 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวิธีเปิด	49
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการคิด และทักษะการคิดขั้นสูง.....	56
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	71
2.7 กรอบแนวคิดงานวิจัย	77
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	78
3.1 กลุ่มเป้าหมาย	78
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	78
3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	79
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	90

หัวข้อเรื่อง	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	95
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	97
บทที่ 4 ผลการวิจัย	101
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101
4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	102
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	120
5.1 สรุป	120
5.2 อภิปรายผล	122
5.3 ข้อเสนอแนะ	126
บรรณานุกรม	127
ภาคผนวก	140
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย	141
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	165
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือใช้ในการวิจัย	198
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือใช้ในการวิจัย	202
ภาคผนวก จ คะแนนทดสอบหลังเรียน	206
ภาคผนวก ช หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ	211
การเผยแพร่งานวิจัย	215
ประวัติผู้วิจัย	216

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ ว 5.2 เข้าใจปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 19
2.2	เปรียบเทียบคุณลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้ง 3 ชนิด..... 26
2.3	เปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาระหว่างการเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน 38
2.4	ตารางแสดงกระบวนการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของ Anderson และ Krathowl 60
2.5	กระบวนการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของ Bloom (Bloom's Taxonomy) 63
3.1	แผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน..... 80
3.2	แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด..... 82
3.3	วิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูง และจำนวนข้อสอบ 86
3.4	ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงก่อนเริ่มปฏิบัติการ 91
3.5	เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดขั้นสูง 96
3.6	เกณฑ์การแปลผลแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง..... 97
4.1	แสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหา ก่อนเรียน 103
4.2	ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 106
4.3	แสดงปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาในการการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 1..... 108
4.4	ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 112
4.5	แสดงปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาในการการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 114
4.6	ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 117
4.7	แสดงปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาในการการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 118

ตารางที่	หน้า	
ค	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียน กลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน.....	199
ง.1	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดด้านทักษะการคิดขั้นสูง ค่าความยากค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง แบบปรนัย	203
ง.2	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดด้านทักษะการคิดขั้นสูง ค่าความยากค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง แบบอัตนัย	205
จ	ผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน หลังได้รับการจัดการ เรียนรู้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับวิธีการแบบเปิด.....	207

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart	28
2.2	กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Stringer	30
2.3	กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan & Brannick.....	31
2.4	โมเดลห้องเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Classroom Model)	44
2.5	รูปแบบที่ 1 ห้องเรียนกลับด้านแบบดั้งเดิม	45
2.6	รูปแบบที่ 2 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการของการสืบสอบ	46
2.7	รูปแบบที่ 3 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการแบบรู้จริง.....	47
2.8	รูปแบบที่ 4 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการโครงงาน	48
2.9	กรอบแนวคิดการวิจัย	77
3.1	ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	95

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 30) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจาร์ณ แก้ปัญหาเป็น มีความตระหนัก มีจิตสำนึก และสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันและชีวิตการทำงานได้ เป็นผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี เพื่อสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 ที่ระบุแนวการจัดการศึกษาว่าการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้การจัดการเรียนในศตวรรษที่ 21 นอกจากนักเรียนจะต้องรู้เนื้อหาแล้ว ยังจำเป็นต้องฝึกทักษะสำคัญเพื่อการทำงานในโลกอนาคต ดังนั้นกระบวนการของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะสำคัญจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และครูต้องใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายดังกล่าว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, น. 1)

สภาพปัจจุบันการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนทางด้านความรู้ความเข้าใจ เป็นสิ่งที่ได้รับการเอาใจใส่มากกว่าด้านอื่น ๆ โดยขาดการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2557, น. 2) นอกจากนี้กระบวนการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ เน้นเนื้อหาสาระและความจำมากกว่าการพัฒนาทักษะและสมรรถนะ ส่งผลให้นักเรียนขาดการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด ทั้งการคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งขาดทักษะการแก้ปัญหา การตั้งคำถาม และแสวงหาความรู้ รวมทั้งขาดการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีข้อมูลให้สามารถเข้าถึงได้จำนวนมาก หลากหลายช่องทาง นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อเลือกใช้ประโยชน์ และถ่ายทอดอย่างถูกต้องเหมาะสม

(คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา, 2560, น. 27) การพัฒนาความสามารถในการคิดและทักษะในการคิดนั้นมีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ของการศึกษาในศตวรรษที่ 21

ความสามารถและทักษะในการคิดมีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต การดำรงชีวิต และการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายและประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะในยุคข้อมูลและข่าวสาร ความรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เพื่อจะได้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสันติสุขในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุก ๆ ด้าน ดังนั้นการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด จะเปรียบเสมือนการติดอาวุธทางปัญญาให้กับนักเรียน เพราะจะทำให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ได้ต่อเนื่องตลอดชีวิต (วีชรา เล่าเรียนดี, 2554, น. 1) นักการศึกษาหลายท่านเชื่อว่าความรู้เฉพาะด้านจะไม่มีมีความสำคัญเท่ากับการที่บุคคลมีความสามารถในการเรียนรู้และได้ประโยชน์จากความรู้ สามารถสร้างข้อมูลใหม่ ๆ ดังนั้นสิ่งที่สำคัญในการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนและเยาวชนในปัจจุบัน คือการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตและมีทักษะในการคิด ซึ่งนักเรียนและเยาวชนเหล่านี้จะต้องได้รับการเตรียมพร้อมเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) มีทักษะการคิด (Thinking Skills) มีวิธีการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ได้ในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง (สุบิน ไชยยะ และคณะ, 2558, น. 151-176) ซึ่งสอดคล้องกับที่ ทิศนา แคมมณี (2544, น. 48) กล่าวว่าการพัฒนาศักยภาพทางความคิดนั้นจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาการหรือทักษะการคิดขั้นสูงคิดระดับสูง

ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills: HOTS) เป็นคุณลักษณะทางความคิดที่ซับซ้อน ลึกซึ้ง และมีกระบวนการคิดหลายขั้นตอน โดยอาศัยการสื่อความหมายและทักษะการคิดที่เป็นแกนหลายทักษะในแต่ละขั้นในการประมวลองค์ความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่คำตอบเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งในการประมวลองค์ความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ การศึกษาในปัจจุบันจึงได้มุ่งพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดที่จะนำความรู้ความเข้าใจไปใช้วิเคราะห์ เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์รโงงชีวิตให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข การที่นักเรียนจะสามารถคิดเป็นนั้นต้องมีพื้นฐานทางประสบการณ์ มีความรู้ และการเรียนรู้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดจากการเรียนรู้ (Shaffer, 1985, pp. 156-159, อ้างถึงใน นวพลพรณ ไชยมา, 2554, น. 1) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (Bloom's Taxonomy) ที่กล่าวถึง ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งแบ่งการคิดออกเป็นการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดขั้นสูง โดยการคิดขั้นสูงประกอบด้วย การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งการวิเคราะห์ เป็นการจำแนก แยกแยะสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง อาจเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์แล้วนำมาประกอบเป็นเหตุผลเพื่อใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือสรุปอย่าง

มีเหตุผล การสังเคราะห์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการที่จะใช้สมองคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น โดยอาศัยความสามารถของตนเอง และการประเมินค่า คือ การพิจารณาตรวจสอบ วินิจฉัย เรียงราว ความคิด เหตุการณ์ วิचारณ์ ตัดสินโต้แย้ง ป้องกัน สนับสนุน ตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าในด้านความคิด การกระทำ รวมถึงวัตถุสิ่งของต่าง ๆ โดยใช้เหตุผลและหลักการ ซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่ควรที่จะพัฒนาให้กับนักเรียน (Bloom, et al., 1956, อ้างถึงใน รัฐพล ประดับเวทย์, 2560, น. 1051-1065)

อย่างไรก็ตามการจัดหลักสูตรการเรียนรู้อี้อะไรและเทคโนโลยีไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นักเรียนไทยมีชั่วโมงเรียนมาก จำนวนวิชามาก แต่สัดส่วนของจำนวนชั่วโมงต่อวิชาเรียนหลักอาจยังไม่เหมาะสม จากรายงานการวิจัยของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560, น. 171) พบว่าการเปรียบเทียบผลการทดสอบ PISA (Programme for International Student Assessment) ระหว่างประเทศที่มีค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product) ต่อหัวใกล้เคียงกับไทยพบว่าสัดส่วนวิชาเรียนหลักทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และภาษาของประเทศไทยน้อยกว่าสิงคโปร์และเวียดนาม จึงทำให้ผลการทดสอบ PISA ของไทยอยู่ในระดับไม่ดีเท่าที่ควร (มนต์นภัส มโนการณ, 2561, น. 6) และพบว่าการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันได้ปรับเปลี่ยนจากระบบการเรียนการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้บรรยายแต่ผู้เดียว มาเป็นการใช้เทคโนโลยีควบคู่ไปกับการสอน และผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้ เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการเรียน ด้วยการสอนแบบเดิมที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลางไม่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นจึงต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนและปรับความเข้าใจในบทบาทของนักเรียนและผู้สอนให้ถูกต้องเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะที่สำคัญและจำเป็นอยู่เสมอ ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความพร้อมในการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขในศตวรรษที่ 21 ที่สิ่งแวดล้อมรอบตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อเทคโนโลยีถูกพัฒนาและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งความเร็วและความเสถียร การนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างหลากหลายนั้นมีประสิทธิภาพสำหรับการทำงานที่แตกต่างกันโดยนับวันจะพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (วิภาพรรณ พินลา, 2559, น. 1443-1458 และ ศยามน อินสะอาด, 2559, น. 906-922) และจากรายงานประจำปีของสถานศึกษา (Self-Assessment Report) ปีการศึกษา 2562 พบว่าผลการประเมินตนเองของโรงเรียนสารคามพิทยาคมในมาตรฐานที่ 3 ด้านกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ในส่วนจุดที่ควรพัฒนาของสถาบันชี้ว่าครูควรจัดกิจกรรมเน้นให้นักเรียนได้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์คิดสังเคราะห์อย่างหลากหลายและใช้แหล่งเรียนรู้ในการพัฒนาตนเอง และครูควรจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีที่หลากหลาย สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์หาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยีให้มากขึ้น และพัฒนาสื่อและแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องปฏิบัติการให้อยู่ในสภาพดี

และพร้อมใช้งานเสมอ (รายงานประจำปีของสถานศึกษา, 2562, น. 40) สอดคล้องกับผลการสำรวจ ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ของผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการ คิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเร่งการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุผลตามที่โรงเรียนมีนโยบาย ในการยกระดับผลการเรียนและทักษะการคิดให้สูงขึ้นกว่าเดิม และสอดคล้องกับที่โรงเรียนให้ ความสำคัญต่อการจัดการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณธรรม

การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ได้รับความคิดค้นจาก ประสบการณ์การสอนในชั้นเรียนวิชาเคมีของครู Jonathan Bergmann และ Aaron Sams ในโรงเรียน Woodland Park รัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีสาเหตุมาจากนักเรียนหลายคน ไม่สามารถเข้าเรียนได้ตามเวลาปกติ เช่น บางคนต้องฝึกซ้อมกีฬา บางคนต้องทำกิจกรรมอื่น ๆ จึงไม่สามารถเข้าเรียนได้ หรือเนื้อหาในวิชาเรียนที่ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ ทำให้ไม่สามารถ เรียนได้หมดในชั่วโมงเรียนได้ ครูทั้งสองท่านจึงมีแนวคิดว่าจะเลือกเทคโนโลยีใดที่นำมาใช้สอน นักเรียน และนักเรียนสามารถเรียนเนื้อหาที่ได้อีกโดยใช้อุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ ฯลฯ ที่จะทำ ให้นักเรียนสามารถเรียนนอกเวลาเรียนได้ อีกทั้งใช้กิจกรรม ต่าง ๆ เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างครูกับ นักเรียน เช่น การส่งอีเมลล์ของนักเรียนมาถึงครูเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย หรือครูถามนักเรียนเกี่ยวกับ เนื้อหาที่ใช้เรียนบนเว็บไซต์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 20-21) ซึ่งวิจารณ์ พานิช (2556, น. 9) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้านว่า เป็นการเรียนเนื้อหาวิชาที่บ้านและ ทำการบ้านที่โรงเรียน หรือรับการถ่ายทอดวิชาความรู้ที่บ้าน แล้วมาสร้างความรู้ต่อยอดจากวิชาที่รับ การถ่ายทอดมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีพลังเกิดทักษะ ที่เรียกว่า ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ครูยังทำหน้าที่เป็นครูฝึกหรือครูติวเตอร์ และใช้เทคโนโลยีในการ จัดการเรียนการสอนที่นักเรียนสมัยใหม่ชอบ หรืออาจเรียกว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลก ของนักเรียนคือเป็นโลกดิจิทัล เพื่อช่วยนักเรียนที่มีงานยุ่ง ช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อนแต่ขวนขวาย ช่วยนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนที่แตกต่างกันให้สามารถก้าวหน้าได้ตามความสามารถของตน ช่วยให้นักเรียนสามารถที่จะหยุดหรือรอกกลับครูของตนได้ ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับ ผู้อื่น เป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ปกครองในคุณภาพของการเรียนการสอน ซึ่งจะนำไปสู่การ เรียนรู้แบบ Flipped-Mastery Approach 21 (วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 15-19) ซึ่งห้องเรียนกลับ ด้านทำให้เกิดการเรียนรู้แบบรู้จริง (Mastery Learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็น สำคัญ ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ซึ่งส่งผลให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหา มีความรับผิดชอบต่อการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนได้ ศึกษาค้นคว้าใช้ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นไปตามแนวทางการปฏิรูปความรู้อย่างแท้จริง กอปรกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลต่อความรับผิดชอบของนักเรียน (วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 24) ซึ่งสอดคล้องกับที่ Robert, et al. (2016, pp. 1993–1998) พบว่าการเรียนการสอนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นการเปลี่ยนวิธีการสอนที่เพิ่มการเรียนรู้นอกห้องเรียนเพิ่มมากขึ้น เป็นวิธีการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนและครูได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schultz, et al. (2014, pp. 1334-1339) ที่พบว่านักเรียนทุกคนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจดีขึ้นเมื่อเรียนด้วยการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เนื่องจากในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านนักเรียนสามารถหยุด-ย้อนกลับ ทบทวนการบรรยาย และการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านยังช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้เป็นรายบุคคล และครูมีความพร้อมช่วยเหลือนักเรียนมากขึ้น นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอนงค์ แคนจา และคณะ (2563, น. 3108–3117) ที่พบว่านักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาامل่างหน้า ซึ่งทำให้นักเรียนแต่ละคนมีการเรียนเรียนรู้ที่แตกต่างกัน รูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้เด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันให้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง และเมื่อผนวกกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเองและส่งเสริมให้นักเรียนให้พัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบ (ชบาพร พิมวัน, 2563, น. 91)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษาและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับชั้นที่สูงกว่าระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558, น. 5) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด 3) ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 4) ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม 5) ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด 6) ขั้นขยายความรู้ และ 7) ขั้นประเมินผล (รมชัย กลิ่นเกล้า, 2558, น. 11) จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี อีกทั้งสามารถนำเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างเหมาะสมและมีความถูกต้องชัดเจน นักเรียนมีการทำงานเป็นระบบ มีการวางแผนและกตึกา และครูสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง มีการเชื่อมโยง มีความพร้อมทั้งการเตรียมการสอน ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ มีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้เกิดพลังความคิดและใช้คำอธิบายในแนวทางที่ถูกต้องได้ดี (นภาพร วรเนตรสุตาทิพย์, 2554, น. 1) ส่งผลให้

นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และส่งเสริมคุณลักษณะช่างสังเกต ช่างคิด กล้าแสดงออก และแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ (เอื้อจิตร พัฒนจักร, 2554, น. 1) และส่งเสริมให้นักเรียนมีความตั้งใจและพยายามในแต่ละครั้งของการเรียนอย่างต่อเนื่องและสิ้นสุดคาบเรียนด้วยความสุข (ประดิษฐ์ มูลสาร, 2554, น. 3)

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด โดยผู้วิจัยใช้สื่อเทคโนโลยีหรือสื่อออนไลน์ผ่านทาง Facebook ในการเป็น Resource Center เนื่องจากเป็นสื่อที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนากิจกรรมจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษา ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในลำดับต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด มีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง รวม 42 คน

1.3.2 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1.3.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด

1.3.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการคิดขั้นสูง

1.3.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 11 เคมีไฟฟ้า ประกอบด้วยวงจรปฏิบัติการ 3 รอบ มีรายละเอียดดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย 3 แผนการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54 เลขออกซิเดชัน (1 คาบ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 55 ปฏิกริยารีดอกซ์ (2 คาบ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 56 การทดลองการเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ (1 คาบ)

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย 3 แผนการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 57 ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดส์ (2 คาบ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 58 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน (1 คาบ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 59 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกริยา (2 คาบ)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย 3 แผนการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 60 องค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี (2 คาบ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 61 ประเภทของเซลล์กัลวานิก (1 คาบ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 62 เซลล์อิเล็กโทรไลติก (2 คาบ)

1.3.4 ขอบเขตด้านพื้นที่

โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

1.3.5 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดระยะเวลาทั้งหมด 14 คาบ (1 คาบ 50 นาที) สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้งหมด 5 สัปดาห์ โดยทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) หมายถึง การรวบรวม และหรือการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือแก้ไขปัญหานั้นที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) เป็นการเตรียมแนวทางปฏิบัติซึ่งตั้งความคาดหวังไว้เป็นการมองไปในอนาคตข้างหน้า การกำหนดแผนที่ไปต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อที่จะสามารถปรับให้เข้ากับ ความเปลี่ยนแปลงและความขัดแย้งที่อาจจะเกิดขึ้นได้ กิจกรรมที่เลือกเข้ามากำหนดในการวางแผนงานที่จะสามารถปฏิบัติได้จริงในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นขั้นปฏิบัติการดำเนินการตามแผนที่ได้วางแผนไว้อย่างมีเหตุผล และมีการควบคุมอย่างสมบูรณ์ แต่การปฏิบัติจากแนวทางที่วางไว้มีโอกาสพลิกผันแปรตามสถานการณ์และบุคคล แผนที่วางไว้สำหรับการปฏิบัติจะต้องสามารถปรับแก้ไขได้ และสามารถปรับปรุงไปได้เรื่อย ๆ ตามผลการตัดสินใจเกี่ยวกับการกระทำนั้น ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation) เป็นขั้นเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผลที่ได้จากการปฏิบัติงานมีรายงานหลักฐานที่มาจากวิจรณ์ญาณการสังเกตอย่างรอบคอบและระมัดระวัง เป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากการปฏิบัตินั้นจะมีข้อจำกัด ข้อขัดแย้งของสภาพความเป็นจริง และข้อขัดแย้งทั้งหมดเหล่านี้ไม่ค่อยชัดเจน และไม่มีทางคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจะต้องมาจากการมองหลายแง่หลายมุมในทุก ๆ ด้าน ผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการต้องรายงานผลการสังเกตกระบวนการของการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติสังเกตสถานการณ์ของข้อขัดข้องของการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นการสะท้อนทำให้ทวนคิดถึงการกระทำตามที่ได้บันทึกไว้จากการสังเกตและการเก็บข้อมูลอื่น ๆ ประกอบการสะท้อนภาพจะมีลักษณะเป็นการประเมินอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องตัดสินใจจากประสบการณ์ของตนว่าผลของการปฏิบัติเป็นสิ่งที่ต้องตามประสงค์หรือไม่ และสามารถให้ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติต่อไป นอกจากนั้นการสะท้อนยังหมายถึงการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นก่อนที่จะดำเนินการจริงอีกด้วยการสะท้อนข้อมูลนี้จะช่วยในการวางแผนการดำเนินการในขั้นต่อไปที่จะเป็นไปได้สำหรับกลุ่มและสำหรับแต่ละบุคคลด้วย

รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 โดยครูจัดเตรียมสื่อการสอนหรือสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น เอกสาร วิดีทัศน์ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ไว้ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเองระหว่างอยู่ที่บ้านหรือสถานที่อื่น ๆ ตามแต่นักเรียนพอใจ แล้วให้นักเรียนมาทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียนปกติหรือนำข้อสงสัยที่เกิดจากการศึกษาด้วยตนเองมาเป็นประเด็นในการเรียนในชั้นเรียน ครูมีหน้าที่ในการให้คำแนะนำจุดประเด็นความคิดและคอยช่วยเหลือนักเรียน

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry Process) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูเน้นกิจกรรมนั้นเรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด และครูเป็นผู้ชี้แนะให้คำแนะนำหรือให้ความช่วยเหลือ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry Process) มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด 3) ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 4) ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม 5) ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด 6) ขั้นขยายความรู้ และ 7) ขั้นประเมินผล

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้ก่อนการเรียนในชั้นเรียน (การเรียนที่บ้าน) โดยครูเน้นกิจกรรมนั้นเรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด และครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำแนะนำหรือให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียน (การทำที่บ้านที่โรงเรียน) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การเรียนที่บ้าน (Out Class Activities) จัดการเรียนการสอนเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1. ขั้นสร้างความสนใจ โดยครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม

2. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด โดยครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียน และให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเอง นำเสนอตัวอย่างประเด็นปัญหาที่คล้ายกันให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของนักเรียน แนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลายหรือการแสดงผลที่เป็นรูปธรรม ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ประเด็นที่สำคัญของปัญหานั้นได้

3. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นการให้นักเรียนคิดหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ด้วยตนเองจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาในขั้นแรกและใช้ความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของนักเรียนมาใช้ในการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล

- การทำที่บ้านที่โรงเรียน (Flipped Classroom) จัดการเรียนการสอนเป็น 4 ชั้น ได้แก่

4. ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เป็นการให้นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดและคำตอบของตนเองกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนในกลุ่มได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนแต่ละคนก็จะทำการบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีคิดหาคำตอบของเพื่อนในกลุ่ม

5. ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด เป็นการให้นักเรียนนำเสนอวิธีคิดหน้าชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้น โดยครูให้นักเรียนในห้องเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหาโดยครูอาจเลือกให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหาที่มีความแตกต่างกันให้ครอบคลุมทั้งหมดและเป็นผู้สรุปบทเรียนในช่วงโมงเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญจากปัญหานั้น

6. ขั้นขยายความรู้ เป็นการให้นักเรียนสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสาระสำคัญที่ได้จากการตอบปัญหาแบบปลายเปิด ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ซึ่งจะช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเรื่องต่าง ๆ ได้

7. ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ และให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยด้วยตนเองครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัด และครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน

ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking Skills) หมายถึง การคิดที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนลึกซึ้ง และมีขั้นตอนการคิดหลายขั้นตอน โดยอย่างน้อยมีขั้นตอนการคิดตั้งแต่ 2 ขั้นตอนขึ้นไป ในการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนโดยใช้แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงและแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู โดยวัดทักษะการคิดขั้นสูงทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ 1) การคิดวิเคราะห์ (Analysis) 2) การคิดสังเคราะห์ (Synthesis) 3) การคิดประเมินค่า (Evaluation)

1. การคิดวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเป้าหมายเป็นหลักองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกได้ 5 ประการ (Watson and Galael, 1980) ดังนี้ 1) การสรุปอ้างอิง 2) การยอมรับข้อสรุป 3) การใช้เหตุผลแบบอนุมาน 4) การประเมินข้อโต้แย้ง และ 5) การตีความหมาย

2. การคิดสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการคิดที่ดึงองค์ประกอบต่าง ๆ มาหลอมรวมกันภายใต้โครงร่างใหม่อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างไปจากเดิม แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การคิดสังเคราะห์เพื่อสร้างสิ่งใหม่ 2) การคิดสังเคราะห์เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้น คือ 1) กำหนดหัวเรื่องและจุดประสงค์ 2) จัดเตรียมปัจจัย

และองค์ประกอบ 3) สังเคราะห์ปัจจัยและองค์ประกอบ 4) ตรวจสอบและประเมินผล และ 5) นำผลการสังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์

3. การคิดประเมินค่า (Evaluation) เป็นการพิจารณาสิ่งหนึ่งสิ่งใดในลักษณะต่าง ๆ แล้วตีค่าเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ การคิดประเมินค่า ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น คือ 1) ระบุเป้าหมายในการประเมิน 2) กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน 3) รวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูล 5) การตีค่าหรือประเมินผล และ 6) ตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรต่อไป

แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นประกอบด้วยแบบวัดที่เป็นแบบทดสอบอิงเนื้อหา เรื่องเคมีไฟฟ้า แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ วัดท้ายวงจรปฏิบัติการ วงจรละ 15 ข้อ

แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น เป็นแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อประเมินพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงจากประสบการณ์ของการปฏิบัตินั้นว่าเป็นสิ่งที่ต้องตามจุดประสงค์หรือไม่ เพื่อเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์

1.5.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน

1.5.3 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านในเนื้อหาวิชาเคมี รายวิชาวิทยาศาสตร์หรือรายวิชาอื่น ๆ

1.5.4 นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560
2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)
4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด
5. แนวคิดเกี่ยวกับการคิด และทักษะการคิดขั้นสูง (High-Order Thinking Skill)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดงานวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

2.1.1 หลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พ.ศ. 2560)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 1) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผลโดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.2 หลักการ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 4) ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากลเป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 4) ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพจึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ความสามารถในการการคิดการแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลกยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 6) ได้กล่าวถึงสมรรถนะสำคัญของนักเรียนในการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศเข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้ถูกต้องเหมาะสม

2.1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 7) ได้กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง

6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบท และจุดเน้นของสถานศึกษาได้

2.1.6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 1) ได้กล่าวว่า ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหาการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

2.1.7 คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เมื่อนักเรียนจบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะต้องมีคุณภาพดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 34-36)

2.1.7.1 เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2.1.7.2 เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลกการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

2.1.7.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์การเกิด ปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

2.1.7.4 เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ความสัมพันธ์ระหว่างแรงมวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

2.1.7.5 เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นดี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.7.6 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด จินาม ผลกระทบแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

2.1.7.7 เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศแรงคอริโอลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

2.1.7.8 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริหารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีอวกาศ

2.1.7.9 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.7.10 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

2.1.7.11 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบจัดทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎี รองรับ

2.1.7.12 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

2.1.7.13 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.7.14 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.7.15 แสดงความซื่อซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากร ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.7.16 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ

ทรัพยากรเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และ เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

2.1.7.17 ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

2.1.8 สารการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ เชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

2.1.8.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของ ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2.1.8.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และ จัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.8.3 สารและสมบัติของสาร

สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิด สารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

2.1.8.4 แรงและการเคลื่อนที่

ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2.1.8.5 พลังงาน

พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.8.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

2.1.8.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.8.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบเสาะ หาคำความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ ว 5.2 เข้าใจปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์	เคมีไฟฟ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งเป็นเลขที่แสดงประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของอะตอมธาตุเรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์
2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์	ปฏิกิริยารีดอกซ์มีทั้งครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยารีดักชันโดยสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ ส่วนสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ตัวออกซิไดส์

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
3. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์	การเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์สามารถพิจารณาได้จากผลการทดลองของปฏิกิริยารีดอกซ์
4. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา	ปฏิกิริยารีดอกซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการรีดอกซ์ ซึ่งการดุลสมการรีดอกซ์ทำได้โดยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
5. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์	เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์
6. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้าขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น	ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เรียกเซลล์ชนิดนี้
7. อธิบายหลักการการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ	เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ ซึ่งมีทั้งเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ปฐมภูมิไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ทุติยภูมิสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
9. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้านำไปสู่นวัตกรรมด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)* (น. 53-58), โดย กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์-การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จากตารางที่ 2.1 เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้ ว 5.2 ข้อ 2 ถึงข้อ 7 เพื่อนำมาพัฒนางานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเลี้ยงดูของผู้ปกครองต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาเคมี เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี รายวิชาเคมี เวลา 14 คาบ จำนวน 1.5 หน่วยกิต ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ ดังนี้

1. คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4

ศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานสำหรับศึกษา เรื่อง เคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิกและประเภทของเซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรไลต์ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับไฟฟ้าเคมี โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรมและจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งนำมากำหนดเป็นผลการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. อธิบายความหมายและหลักการของปฏิกิริยารีดอกซ์ เขียนและดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและปฏิกิริยาครึ่งเซลล์และอภิปรายประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ได้
2. ทดลอง อภิปรายและสรุปหลักการของเซลล์กัลวานิกพร้อมทั้งเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์และศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ หลักการทำงานของเซลล์กัลวานิกแบบต่าง ๆ และการนำไปใช้ประโยชน์
3. อธิบายและวิเคราะห์หลักการการทำงานของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ การนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ในการชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์
4. ทดลอง อธิบาย สืบค้นข้อมูลและสรุปการเกิดสนิมและการผุกร่อนเนื่องจากสารเคมีเพื่อหาวิธีป้องกัน
5. สืบค้น อภิปรายและสรุปความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าเคมี

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่องเคมีไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อยคือ ความหมายและหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมี การเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าเคมี ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์เพื่อนำมาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนด้วยนวัตกรรมห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เรื่องไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.2.1 ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการดังนี้

ชนน คันธาวีธร์ (2561, น. 40) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษาค้นคว้า และทำความเข้าใจต่อปัญหาหรือข้อสงสัยที่กำลังเผชิญอยู่ เพื่อหาวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือ

หารูปแบบในการพัฒนาวิธีการในการปฏิบัติงาน โดยกลุ่มผู้ร่วมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีการดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้งเป็นวงจรถนบรลู่เป้าหมาย

หทัยรัตน์ นาราษฎร์ (2561, น. 29) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งเป็นการวิจัยอย่างมีระบบ โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องเฉพาะจุด ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างทันที่อันจะส่งผลให้การสอนดีขึ้น จึงได้นำรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มาใช้ในการแก้ปัญหาคำเรียนการสอนกับนักเรียน และงานที่ผู้วิจัยได้ปฏิบัติอยู่ให้มีคุณภาพ

อ้อมเดือน สดมณี (2560, น. 32) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยอย่างมีส่วนร่วม เป็นกระบวนการวิจัยที่เป็นการปฏิบัติร่วมกันระหว่างชุมชนเพื่อการพัฒนาหรือแก้ปัญหาของชุมชน ตั้งแต่การระบุปัญหา ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา และร่วมกันแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่กำหนดไว้ร่วมกัน ซึ่งจะมีนักวิจัยจะเข้าไปมีส่วนร่วมในการกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมของชาวชุมชนให้ความรู้และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ตามที่ชุมชนต้องการหรือประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขอความร่วมมือ

วีระยุทธ์ ขาตะกาญจน์ (2558, น. 25) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษารวบรวมหรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลายๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาก็ประสบความสำเร็จ โดยกำหนดขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วย การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนกลับ (Reflection)

สุวิมล ว่องวานิช (2557, น. 21) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการค้นหาข้อความรู้ที่มีขั้นตอนหลักสำคัญ คือการวิจัยและการปฏิบัติ เป็นกระบวนการที่มีการดำเนินงานเป็นวงจรต่อเนื่อง และทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน อีกทั้งยังมีการสะท้อนผลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของตนเอง และผลที่เกิดขึ้น โดยเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการวิพากษ์วิจารณ์การทำงานและผลที่ได้รับ สุดท้ายคือผลที่ได้จากการ

Inoue (2015, p. 32) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการทำงาน (Professional Practice) ให้ดีขึ้นผ่านกระบวนการที่เป็นวงรอบหลายวงรอบด้วยการทำวิจัยและการสะท้อนผล

Johnson (2012, p. 28) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยระหว่างการพัฒนาปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจ และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน

Kemmis and McTaggart (1988, p. 10) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนกลับ เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

จากการศึกษาความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการรวบรวม และการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จโดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนกลับ

2.2.2 ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษาในปัจจุบันได้แพร่หลายอย่างรวดเร็วและมีการพัฒนารูปแบบอย่างมากมาย มีนักการศึกษากล่าวถึงรูปแบบและลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

สมปอง พะมุลิตา (2554, น.7-8) กล่าวว่าลักษณะการดำเนินการวิจัยสามารถที่จะผสมระหว่างวิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณได้แต่เนื่องจากมีจุดเน้นที่การสร้างความรู้และสร้างศักยภาพจึงพบว่าวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก การสนทนากลุ่ม ประวัติชีวิต และการสังเกตแบบมีส่วนร่วม ซึ่งนักวิจัยจะต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลแต่ละประเภทระเบียบวิธีวิจัย เชิงปฏิบัติการ มีความแตกต่างกันตามประเภทการเลือกใช่วิธีการใดขึ้นกับผู้ร่วมวิจัยประเภทของวิจัยเชิงปฏิบัติการ ชนิดที่ใช้อยู่ Holter and Schwartz-Barcott (1993, pp. 298-304) แบ่งระเบียบวิธีวิจัยเป็น 3 แนวทาง ดังนี้ (ดังตารางที่ 2.2)

1. ดำเนินการโดยอาศัยความร่วมมือทางเทคนิค (Technical Collaborative Approach) เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มีเป้าหมายหลักเพื่อการทดสอบวิธีการแก้ไขปัญหา (Intervention) ซึ่งพัฒนามาจากความรู้หรือจากทฤษฎีที่มีอยู่ เพื่อดูว่าวิธีการตามทฤษฎีนั้นสามารถใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ มักมีการตั้งสมมติฐานนำมาก่อน เป็นการศึกษาโดยใช่วิธีการอนุมาน (Deductive Approach) ผู้วิจัยได้มีการกำหนดปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหามาก่อนแล้วความร่วมมือที่คาดหวังจากผู้ร่วมวิจัยคือการตกลง หรือยินยอมที่จะยอมรับและช่วยสนับสนุนให้มีการนำวิธีการนั้น ๆ มาใช้ในทางปฏิบัติ ผลที่ได้รับมักจะเป็นความเปลี่ยนแปลงในทางปฏิบัติที่เกิดขึ้นในระยะสั้น และความรู้ที่ได้รับจะเป็นความรู้เชิงทำนาย (Predictive Knowledge) ซึ่งสอดคล้องกับ

ชนิดของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เรียกว่า (Traditional Action Research) ที่หมายถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการแท้ ๆ ที่ทำในเรื่องโครงสร้างอำนาจขององค์กรทำปฏิบัติการแก้ปัญหา

2. การดำเนินการโดยอาศัยความร่วมมือซึ่งกันและกัน (Mutual Collaboration Approach) โดยมีปรัชญาพื้นฐานมาจาก Historical-Hermeneutic ในลักษณะนี้ ผู้วิจัยอาจมีแนวคิดหรือมีปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาก่อนอย่างกว้าง ๆ และในขั้นตอนของการวิจัยนั้นผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย มักร่วมกันค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นหรือที่มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ๆ รวมทั้งสาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไขที่อาจจะเป็นไปได้ (Possible Interventions) มักใช้วิธีการอุปมาน (Inductive Approach) เป็นส่วนใหญ่ ผลที่ได้รับคือทั้งผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยจะเกิดความเข้าใจในปัญหาและสาเหตุของปัญหาในมุมมองใหม่ ๆ ตลอดจนได้ทางเลือกสำหรับแก้ไขปัญหานั้นและนำไปสู่การพัฒนาความรู้หรือทฤษฎีใหม่ หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Contextual Action Research: Action Learning ซึ่งงานวิจัยทำให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างองค์กร ผู้ปฏิบัติงานได้เข้าใจงานทั้งหมด และช่วยให้ผู้ร่วมงานได้กระทำตนเป็นผู้ออกแบบโครงการและผู้ร่วมวิจัย

3. ดำเนินการโดยการส่งเสริมให้บุคคลได้สะท้อน ถึงปัญหาและการปฏิบัติด้วยตนเอง (Enhancement Approach) มีเป้าหมายคือช่วยให้ผู้ประสบปัญหาได้ค้นพบปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาดังด้วยตนเอง ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก ให้ผู้ร่วมวิจัยได้มีการคิดถึงสภาพปัญหาและเงื่อนไขต่าง ๆ ทั้งในระดับบุคคลหรือองค์กรภายใต้วัฒนธรรม ค่านิยม และความขัดแย้งที่เกิดขึ้น จากการสะท้อนความคิดเชิงเหตุและผลของผู้ร่วมวิจัยจะทำให้ได้มุมมองใหม่ ๆ เกี่ยวกับปัญหาและการปฏิบัติ จะได้มาซึ่งความรู้เชิงบรรยาย และเชิงทำนายด้วย (Descriptive and Predictive Knowledge) หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าเป็น Radical Action Research ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีวิวัตนิยมของ Marx มีการใช้ PAR ในการเคลื่อนไหวทางเสรีภาพ สิทธิสตรี เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้ง 3 ชนิด

ลักษณะ/Type	Type 1	Type 2	Type 3
Collaborative	A technical	A mutual	An Enhancement
Perspective	Positivism	Interpretivism	Critical Science
Process	Scientific-Technical	Practical Deliberative	Critical Emancipatory
ที่มาของปัญหาวิจัย	นักวิจัยเป็นผู้เริ่ม	นักวิจัยร่วมกับผู้ร่วมวิจัย	นักวิจัยกระตุ้น ผู้ร่วมวิจัยคิด
Methodology	Deductive Approach	Inductive approach	Deductive and Inductive
Time	เร็วแต่ไม่ยั่งยืน	เร็วแต่เกิดเฉพาะกลุ่ม	ค่อยเป็นค่อยไปแต่ยั่งยืน
Goal	การเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง
knowledge	ความรู้เชิงทำนาย ตรวจสอบ และ ปรับปรุง ทฤษฎี	ความรู้เชิงพรรณนา (Descriptive Knowledge)	ความรู้เชิงพรรณนา (Descriptive Knowledge)

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *An Experiential Learning Process for The Advancement of Previously Disadvantaged Employees in An Industrial Context* (p. 139), by W.J. Cilliers, 1999, Pretoria: University of Pretoria.

เอกณรัตน์ ทองเจียว (2549, น. 15) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 4 ลักษณะ คือ

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัยทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎี และการปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบายการวิจัย
2. เน้นการปฏิบัติ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา
3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) การวิเคราะห์การปฏิบัติการอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผล เพื่อปรับแผนการปฏิบัติการ

4. ใช้วงจรการปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Acting) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) ตลอดจนการปรับปรุงแผน (Re-Planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานที่เป็นที่พอใจ เพื่อเป็นข้อสรุป หรือเป็นข้อเสนอเชิงทฤษฎีและเผยแพร่ต่อไป

บุญชม ศรีสะอาด (2546, น. 70-71) กล่าวถึงลักษณะสำคัญการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. มุ่งแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานในหน้าที่ในชีวิตประจำวันของครูผู้วิจัย ซึ่งจะพบว่าการปฏิบัติงานมักพบปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ครูจะคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาแล้วนำมาลองปฏิบัติ ศึกษาผลที่เกิดขึ้นว่าสามารถแก้ปัญหานั้นได้หรือไม่ แก้ได้มากน้อยเพียงใด ถึงระดับที่ต้องการหรือไม่ มีเงื่อนไขอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง กรณีที่ยังไม่บรรลุตามที่มุ่งหวังไว้จะอย่างไร ลองปรับปรุงในส่วนที่ไม่ค่อยได้ผล เพิ่มวิธีการ เทคนิคต่าง ๆ แล้วลองนำไปปฏิบัติใหม่ ตรวจสอบดูผล ฯลฯ ลักษณะเช่นนี้คือ ตัวอย่างของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2. มีการลงมือปฏิบัติหรือกระทำ ปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งอาจสามารถแก้ปัญหานั้นได้ตามที่วางแผนไว้ ซึ่งอาจต้องยุติการศึกษาเรื่องนี้หรืออาจต้องทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนพบแนวทางที่ดีตามที่มุ่งหวังไว้ก็ได้

3. ผู้วิจัยอาจทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาของตนเองคนเดียว หรือแก้ปัญหาร่วมกัน (Participatory) หลายคนก็ได้ เช่น ร่วมกับครูคนอื่น ๆ นักเรียน ผู้ปกครอง เป็นต้น

4. เน้นการวิจัยเฉพาะที่ไม่ได้มุ่งผลการวิจัยมาใช้ในการสรุปอ้างอิง หรือสรุปครอบคลุม กล่าวคือ ผู้วิจัยลงมือดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนาการปฏิบัติงานของตน ไม่ได้มุ่งนำไปใช้ที่อื่น ๆ

5. ในการดำเนินการวิจัย ครูผู้วิจัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงในจุดมุ่งหมายและวิธีการวิจัยเพื่อให้เกิดความเหมาะสมบรรลุเป้าหมายได้ดีขึ้นก็ได้

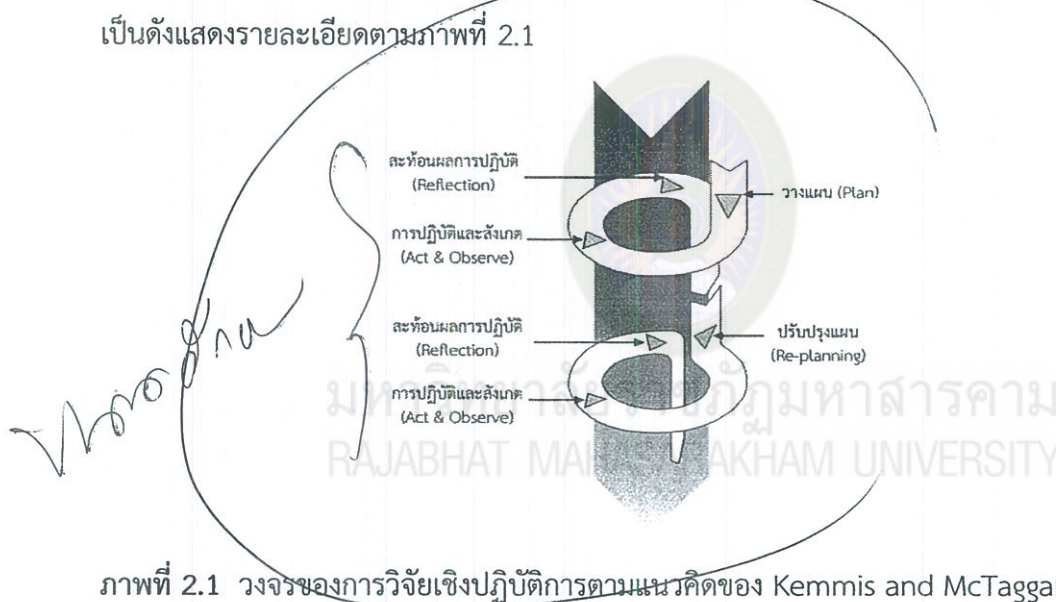
จากการศึกษาลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการรวบรวม และหรือการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการที่เน้นการปฏิบัติ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) การวิเคราะห์การปฏิบัติการอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผล เพื่อปรับแผนการปฏิบัติการ และใช้วงจรการปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Acting) การสังเกต (Observing)

และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) ตลอดจนการปรับปรุงแผน (Re-Planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานที่เป็นที่พอใจ เพื่อเป็นข้อสรุป

2.2.3 กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษาในปัจจุบันได้แพร่หลายอย่างรวดเร็วและมีการพัฒนารูปแบบอย่างมากมาย มีนักการศึกษากล่าวถึงกระบวนการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

Kemmis and McTaggart (2014, p. 18) กล่าวว่า กระบวนการดำเนินการงานการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (Planning) 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action) 3) สังเกตการณ์ (Observation) และ 4) สะท้อนกลับ (Reflection) กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (Replanning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ เป็นดังแสดงรายละเอียดตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart.

ปรับปรุงจาก *The Action Research Planner Doing Critical Participatory Action Research* (p. 19), by S. Kemmis, R. McTaggart and R. Nixon, 2014, Australia: Springer.

ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการวิจัยหลักที่หมุนเคลื่อนไปเป็นวัฏจักรของกระบวนการวิจัยดังกล่าว จึงเป็นเสมือนแหล่งที่ก่อให้เกิดความรู้เชิงปฏิบัติการและกลไกการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นการดำเนินงานวิจัยที่ไม่แยกกิจกรรมการสืบค้นหาความรู้ ความจริงออกจากกิจกรรมการพัฒนา

องอาจ นัยพัฒน์ (2548, อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาติตะกัญจน์, 2558, น. 41) ได้กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการวิจัยหลักแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

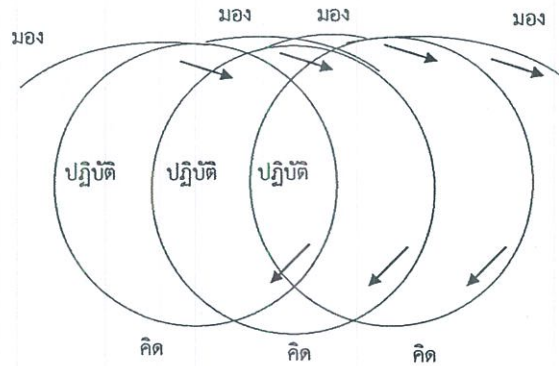
1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้าโดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวะการณ์เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสภาวะการณ์เวลานั้นได้ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าว ๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวนและปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

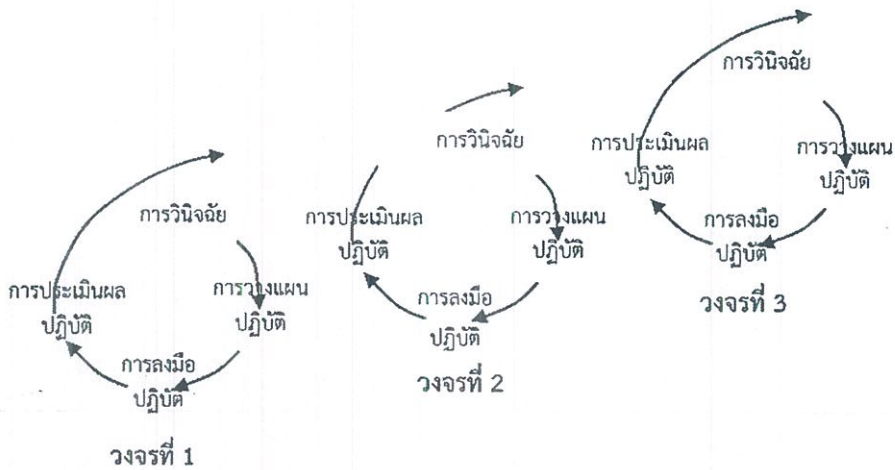
Stringer (1999, p. 19) ได้แบ่งกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การพินิจพิเคราะห์ (มอง) 2) การคิดวิเคราะห์ (คิด) และ 3) การปฏิบัติการ (ปฏิบัติ) ซึ่งเป็นไปตามภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Stringer ปรับปรุงจาก *Action Research (2nd ed.)* (p. 19), by E. Stringer, 1999, California: Sage.

กิจกรรมหลักทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักรซ้ำกันหลายรอบ (Recycling Set of Activities) การดำเนินกิจกรรมการวิจัยในขั้นตอนแรกมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อช่วยให้บุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยได้เข้าใจสภาพปัญหาปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการปรับปรุงแก้ไขปัญหาและบริบทอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างถ่องแท้และชัดเจน เพื่อที่จะได้คิดหาหนทางที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าวนี้ นักวิจัยที่เป็นบุคคลภายนอกจะเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำการวิจัย บุคคลภายในองค์กรหรือชุมชนทำหน้าที่นิยามปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนพรรณนารายละเอียดเกี่ยวกับบริบทแวดล้อมองค์กรหรือชุมชนและสถานการณ์เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นอกจากนี้ยังร่วมมือกันเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและบริบทแวดล้อม โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์ สัมภาษณ์หรือการศึกษาเอกสาร ส่วนการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ได้แก่ การตีความและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากขั้นตอนแรก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความชัดเจนและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหให้สำเร็จลุล่วงไปตามที่ได้คิดวิเคราะห์ไว้โดยมีการประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นกลยุทธ์สำคัญ เพื่อการระบุความสำเร็จของการแก้ไขปัญหว่าอยู่ในระดับใด มีประเด็นใดบ้างที่จะต้องทำการแก้ไขในวงจรรอบต่อไป

Coghlan and Brannick (2001, p. 19) ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการ และมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวินิจฉัย (Diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (Planning) 3) การลงมือปฏิบัติการ (Taking Action) 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (Evaluation Action) ซึ่งกระบวนการวิจัยเป็นไปตามภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan and Brannick. ปรับปรุงจาก *Doing Action Research in Your Own Organization* (p. 19). D. Coghlan, and T. Brinnick, 2001, London: Sage.

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นจากการวินิจฉัย สภาพการณ์ของปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข รวมทั้งการระบุนกรอบแนวคิดทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน สำหรับใช้รองรับการปฏิบัติงาน จากนั้นจึงทำการวางแผนปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการ แก้ปัญหาหรือโครงการพัฒนาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรกและความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน แล้วจึงลงมือปฏิบัติการตามแผนการ ที่วางไว้ทีละขั้นตอน เสร็จแล้วจึงทำการประเมินผลการทำงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผน สารสนเทศที่ได้จากการประเมินผลในขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจร รอบต่อไป

จากกระบวนการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังกล่าวมาข้างต้น เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ กับการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และการบริหารจัดการการศึกษา สามารถสรุปเป็น ขั้นตอนที่สำคัญได้ดังนี้

1. การตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน การบริหารจัดการ ซึ่งถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการ เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการ ดำเนินงาน ถ้าผู้วิจัยขาดความตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และการบริหารจัดการแล้ว กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะไม่สามารถเกิดขึ้น

2. การศึกษา สํารวจ วิเคราะห์สภาพการปฏิบัติงาน เพื่อกำหนดจุดที่จะพัฒนา ผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาสภาพปัญหาหรือประเด็นที่คิดว่าควรจะได้รับการพัฒนา ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัย

สามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาทำการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ เช่น การสังเกตสัมภาษณ์ บันทึกเหตุการณ์ ตรวจสอบเอกสาร การทดสอบ ฯลฯ

3. นำสภาพปัญหาหรือจุดที่จะพัฒนาไปปรึกษากับกลุ่ม เนื่องจากหลักการสำคัญประการหนึ่งของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การดำเนินงานร่วมกันของกลุ่ม ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยสามารถกำหนดปัญหาหรือจุดที่จะพัฒนาได้แล้ว ก็นำไปให้กลุ่มได้พิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ร่วมกัน

4. การวางแผนเพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อการพัฒนา ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะกำหนดแผนงานที่จะนำไปใช้ ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของแผน ขั้นตอน วิธีการ เครื่องมือในการแก้ปัญหา/พัฒนา และวิธีการประเมินผลความก้าวหน้า

5. นำแผนงานไปปรึกษากับกลุ่ม เพื่อวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยรวมทั้งคำแนะนำเพื่อนำไปใช้สำหรับการปรับปรุง แก้ไขแผนงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6. การปรับปรุง แก้ไข ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่ม ตามขั้นตอนที่ 5 ไปปรับปรุงแก้ไขแผนงาน

7. การปฏิบัติงานตามแผนงาน ผู้วิจัยนำแผนงานที่จัดทำขึ้นไปปฏิบัติในสถานการณ์ที่ประสบอยู่

8. การประเมินผล เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างและภายหลังการดำเนินการตามแผน วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นอาจจะใช้วิธีการให้ได้มาซึ่งข้อมูลในเชิงปริมาณ เช่น การใช้แบบสอบถาม แบบสำรวจ แบบทดสอบ หรือข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ ฯลฯ ก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากที่สุดเพื่อใช้ในการประเมินผลการดำเนินงาน และหลังจากที่ทำการประเมินผลการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้แล้วสามารถดำเนินการได้ใน 2 ลักษณะ คือ 1) ในกรณีที่แผนงานนั้นสามารถแก้ไขปัญหา หรือพัฒนาในสิ่งที่ต้องการได้สำเร็จก็ยุติได้ 2) ในกรณีที่แผนงานนั้นไม่สามารถแก้ไขปัญหาหรือพัฒนางานได้ตามวัตถุประสงค์ ต้องย้อนกลับไปเริ่มต้นดำเนินการศึกษาวิจัยใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง

2.2.4 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษาในปัจจุบันได้แพร่หลายอย่างรวดเร็วและมีการพัฒนารูปแบบอย่างมากมาย มีนักการศึกษากล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

วาโร เฟ็งสวัสต์ (2557, น. 5) ได้นำเสนอขั้นตอนการวิจัยในชั้นเรียน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหา
2. กำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา
3. พัฒนวิธีการ หรือนวัตกรรม
4. นำวิธีการ หรือนวัตกรรมไปใช้
5. สรุปผล

พิชิต ฤทธิจรูญ (2556, น. 49-88) ได้นำเสนอขั้นตอนการวิจัยในชั้นเรียน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้อันเป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผนแก้ปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรู้อันจะทำให้ครูนักวิจัยทราบปัญหาหรือความต้องการจำเป็นที่ต้องดำเนินการแก้ไขหรือพัฒนาการเรียนรู้อันได้มากการสังเกต การสอบถาม การประเมินจากผู้เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ หรือตรวจผลงานของนักเรียน การใช้ข้อมูลชัดเจน (Hard Data) เกี่ยวกับผล การเรียนรู้ การใช้แผนผังความคิด (Mind Mapping) หรือการใช้เทคนิคการตั้งคำถาม

2. การเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาเมื่อวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้อันได้แล้วครูนักวิจัยจะต้องเลือกนวัตกรรมการเรียนรู้อันหรือวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหาการเรียนรู้อัน ซึ่งครูนักวิจัยสามารถสร้างหรือจัดหาได้ด้วยตนเอง

3. การออกแบบและสร้างนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาเป็นการคิดกำหนดแบบหรือโครงร่างของนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกไว้ในขั้นตอนที่ 2 เช่น แบบฝึกหัดหรือชุดฝึก ชุดกิจกรรมฝึก การจัดการเรียนรู้อันแบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้อันแบบร่วมมือ

4. การใช้นวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนาเป็นขั้นตอนของการนำนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ หรือจัดการเรียนการสอนโดยใช้นวัตกรรม วิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนาที่ได้จัดทำไว้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีปัญหาการเรียนรู้อันหรือต้องการพัฒนาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ แล้วสังเกตผล (Observe) หรือเก็บรวบรวมข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

5. การสรุปและรายงานผลการวิจัยเป็นขั้นตอนการสรุปผลการวิจัย ข้อค้นพบหรือผลการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แล้วเขียนไว้เป็นหลักฐานการปฏิบัติงานไว้ในรูปของรายงานการวิจัยโดยอาจจะเขียนแบบไม่เน้นวิชาการ แบบกึ่งวิชาการหรือแบบเชิงวิชาการก็ได้

รุ่งทิศา มากสุก (2552, น. 10) ได้เสนอแนะขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนตามวงจรการปฏิบัติการ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องอาจเป็นครูผู้สอนร่วมกัน ผู้บริหาร นักเรียน วางแผนด้วยกัน สำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่าอย่างไร ปัญหาที่เกี่ยวข้องคืออะไร ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับใครบ้างวิธีแก้ไขต้องปฏิบัติอย่างไร การแก้ไขต้องมีการแก้ไขในเรื่องใดบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีสอน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงบางอย่างผู้บริหารต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุน ในขั้นการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งในการวิเคราะห์สภาพการณ์ปัญหาทางการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการหาโครงสร้างของปัญหาอย่างมีระบบ ทบทวนแง่มุมปัญหา ถกปัญหาอย่างกว้างขวางกับผู้ร่วมวิจัยหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้เห็นปัญหาอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการกำหนดแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในชั้นวางแผนงานมาดำเนินการ เมื่อลงมือปฏิบัติต้องใช้วิเคราะห์วิจารณ์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากการปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่า แผนที่วางไว้อย่างนี้นั้นปฏิบัติได้ดีมากน้อยเพียงใด มีอุปสรรคอย่างไรบ้างในการปฏิบัติ ดังนั้นแผนงานที่กำหนดไว้อาจจะยืดหยุ่นได้โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสมและมุ่งปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ต้องมีการสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย พร้อมจดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยสิ่งที่สังเกตก็คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The Action Process) และผลของการปฏิบัติ (The Effects of Action) การสังเกตนี้จะรวมถึงการรวบรวมผลการปฏิบัติที่เห็นด้วยตา การได้ฟัง การที่ใช้เครื่องมือ เชาว์ แบบทดสอบ เป็นต้น ซึ่งขณะที่การปฏิบัติการวิจัยกำลังดำเนินการไปควบคู่กับการสังเกตผลการปฏิบัติ ควรใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาช่วยในการรวบรวมข้อมูลด้วย

ขั้นที่ 4 สะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหา หรืออุปสรรคต่อการปฏิบัติการซึ่งผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องต้องตรวจสอบกระบวนการ ปัญหา หรืออุปสรรคต่อการปฏิบัติการซึ่งผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ โดยผ่านการถก อภิปรายปัญหา ซึ่งจะได้แนวทางของการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมและเป็นพื้นฐานข้อมูลนำไปสู่การปรับปรุงแผนการปฏิบัติต่อไป โดยวงจร 4 ขั้นตอนดังกล่าว จะมีลักษณะการทำซ้ำตามวงจรจนกว่าจะได้ผลงานวิจัยและแสดงให้เห็นแนวทางหรือรูปแบบการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ปัญหาในสิ่งที่ศึกษานั้น ดังนั้นการนำแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้วิจัยเพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียนโดยครูเป็นผู้เรียนรู้และวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งจากผลการปฏิบัติจะทำให้ครูพัฒนาการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับสภาพการณ์ของชั้นเรียน และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง

ศรีประพร วงศ์กมลลาไสย (2551, น. 50) กล่าวว่า ขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญ ตามหลักการของ Kemmis and McTaggart คือ การวางแผน (Planning) ซึ่งรวมเอาสภาพการปฏิบัติงานการกำหนดจุดพัฒนา การเลือกกลยุทธ์/ยุทธศาสตร์ และการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน การลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนด (Action) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน (Observation) และการสะท้อนผลภายหลังการปฏิบัติงาน (Reflection) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาต่อไปโดยดำเนินการเป็นวงรอบจนสามารถแก้ปัญหาได้แล้วจึงเขียนรายงานผลการวิจัย

จากการศึกษาขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ได้กล่าวมาในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนกระบวนการตามแนวคิดของ Kemmis and

McTaggart ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการปฏิบัติ (Observe) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)

2.3.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านดังนี้

ปางลีลา บุรพาพิชิตภย์ (2558, น. 2) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง การเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาก่อนการเรียนและได้รับมอบหมายงานเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้เตรียมตัวก่อนเข้าเรียน เมื่อถึงเวลาเรียนจะมีกาบรรยายและถามคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหา

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2557, น. 3) ได้กล่าวถึง ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) หมายถึง รูปแบบของการเรียนรู้แบบผสมผสานที่นักเรียนให้เรียนรู้ที่บ้านด้วยเนื้อหาออนไลน์ก่อนการเรียนและการทำงานในห้องเรียน เช่น การแก้ปัญหาทางานที่ได้รับมอบหมาย และการอภิปรายอย่างลึกซึ้งผ่านในชั้นเรียน ซึ่งครูจะไม่ใช้ผู้สอนเพียงอย่างเดียวแต่เป็นผู้แนะแนวความรู้ให้นักเรียน

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 46) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้านไว้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง เป็นการสมัยใหม่ โดยใช้ประโยชน์จาก ICT ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ตรงความสนใจของนักเรียนอยู่กับเรื่องที่เป็นประโยชน์ ช่วยให้นักเรียนสืบค้นและเรียนรู้เชิงเนื้อหาที่เรียกว่า Acquire Knowledge ได้เองที่บ้าน แต่การทำกาบ้าน หรือการฝึกฝนประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Apply Knowledge การเรียนเป็นกลุ่ม ทำในห้องเรียนเพราะเป็นการเรียนรู้ที่สำคัญกว่าซึ่งครูจะมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกเท่านั้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริงในชั้นเรียน (Mastery Learning)

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 3) กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้านว่าหมายถึง วิธีการเรียนแบบกลับทางแตกต่างจากแนวคิดของการเรียนแบบเดิมที่ต้องเรียนเนื้อหาที่โรงเรียนและนำงานกลับไปทำต่อที่บ้าน แต่ห้องเรียนกลับด้านนั้นจะให้นักเรียนเรียนเนื้อหาที่บ้านด้วยตนเอง แล้วนำงานหรือประสบการณ์ที่ได้รับมาทำการเรียนรู้เพิ่มเติมที่โรงเรียนร่วมกันกับเพื่อนโดยครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำชี้แจงในประเด็นคำตอบที่เกิดขึ้น ซึ่งรูปแบบนี้ได้พัฒนาและขยายขอบข่ายไปกว้างขวาง โดยเฉพาะการปรับใช้กับสื่อ ICT หลากหลายประเภทที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงในปัจจุบัน

McMahon (2013, p. 6) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า The Flipped Classroom หมายถึง การสอนลักษณะหนึ่งซึ่งแตกต่างไปจากการ

สอนปกติ ที่นักเรียนจะศึกษาเนื้อหาที่ครูบรรยายจากสื่อวีดิทัศน์ โดยใช้เวลานอกชั้นเรียน ส่วนเวลาในชั้นเรียนจะใช้ในการเรียนรู้แบบสืบสอบความรู้ และทำการบ้านที่ครูมอบหมายให้

Bergmann and Sams (2012, p. 17) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อพลิกบทบาทจากการบรรยายของครูในเวลาเรียน เปลี่ยนเป็นการเรียนรู้นอกเวลาเรียนผ่านวิดีโอโดยกระตุ้นให้เกิดมุมมองของนักเรียนเอง เวลาให้เรียนส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นผ่านการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้แบบหนึ่งต่อหนึ่งหรือสอนกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งครูในห้องเรียนกลับด้านนั้นใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมเรียนแบบและการจัดการสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนสามารถชมการบรรยายสั้น ๆ จากวิดีโอได้หลายครั้งตามที่พวกเขาต้องการเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาและเมื่อมาเข้าสู่บทเรียนโดยการตอบคำถามจากการทำงานในโครงการ และมีความร่วมมือในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น มีการถ่ายโอนความรู้นอกห้องเรียน โดยนักเรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนเอง และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมต่อความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

Bergman and Sams (2012, p. 13) ผู้คิดค้นแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน กล่าวถึงใจความสำคัญของห้องเรียนกลับด้านว่า หมายถึง การเรียนที่นำเอารูปแบบดั้งเดิมมากลับด้าน กล่าวคือ นำสิ่งที่เคยทำในห้องเรียนไปทำที่บ้าน และนำการบ้านซึ่งเดิมเกิดขึ้นที่บ้านมาทำที่โรงเรียน แทน

Long, Su and Waugh (2010, pp. 109-118) สรุปว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบการสอนและรูปแบบการเรียนที่นักเรียนใช้ช่วงเวลาสั้น ๆ ในการเรียนรู้แนวคิดหลักในเรื่องที่ศึกษาจากนอกห้องเรียน ส่วนเวลาในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะเรียนรู้และเจาะลึกเนื้อหาโดยผ่านการทำกิจกรรมที่สร้างเสริมประสบการณ์ร่วมกับเพื่อน

Tenneson and McGlasson (2006, pp. 177-179) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง รูปแบบการพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้โดยการ “พลิก” แบบดั้งเดิมโดยนักเรียนได้รับการกระทำทั้งภายในและนอกห้องเรียนผ่านการบรรยายออนไลน์ ที่นักเรียนสามารถท่องจำเนื้อหาเพื่อการเรียนรู้นอกห้องเรียนสำหรับนักเรียนและใช้เวลาในชั้นเรียนมากขึ้นสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามบทเรียนนอกห้องเรียน

จากการศึกษาความหมายของห้องเรียนกลับด้าน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง การจัดเตรียมสื่อการสอนหรือสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น เอกสาร วีดิทัศน์ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ไว้ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเองระหว่างอยู่ที่บ้านหรือสถานที่อื่น ๆ ตามแต่นักเรียนพอใจ แล้วให้นักเรียนมาทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียนปกติหรือนำข้อสงสัยที่เกิดจากการศึกษาด้วยตนเองมาเป็นประเด็นในการเรียนในชั้นเรียน ครูมีหน้าที่ในการให้คำแนะนำจุดประเด็นความคิดและคอยช่วยเหลือนักเรียน

2.3.2 แนวคิดหลักของห้องเรียนกลับด้าน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวคิดหลักของห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 30-33) กล่าวว่าห้องเรียนกลับด้านแพร่ขยายเป็นวงกว้างในสหรัฐอเมริกา และในปี 2556 ชั้นเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาห้องเรียนกลับด้านเป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแนวคิด Teach Less, Learn More ซึ่งเป็นไปตามที่ได้กล่าวถึงความสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

1. เพื่อเปลี่ยนวิธีสอนของครู จากการบรรยายหน้าชั้นเรียน หรือจากครูเป็นครู ไปเป็นครูฝึกฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายคน
2. ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลาใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน
3. ช่วยให้นักเรียนที่มีกิจกรรม หรือไม่สามารถเข้าเรียนได้สามารถเรียนล่วงหน้า หรือเรียนตามได้ และส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการบริหารเวลาของตนเอง
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง ครูสามารถให้ความช่วยเหลือ แนะนำเอาใจใส่แก่นักเรียน และติดตามพัฒนาการของนักเรียนได้มากขึ้น
5. ช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนเพิ่มขึ้น เพราะนักเรียนต้องมาเข้าห้องเรียนและทำกิจกรรมในชั้นเรียนร่วมกัน ซึ่งเป็นการใช้ความสามารถของระบบออนไลน์และระบบพบหน้าช่วยเปลี่ยนบทบาทของครูให้เป็นที่เลี้ยง (Mentor) เพื่อนบ้าน (Neighbor) และผู้เชี่ยวชาญ (Expert)
6. ช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนได้ดีขึ้น เสริมสร้างแรงบันดาลใจ (Inspire) ให้กำลังใจและรับฟังนักเรียน อีกทั้งยังทำให้ครูสามารถให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนที่มีปัญหาส่วนตัวผ่านช่องทางการสื่อสารที่ทันสมัย
7. ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน จากเดิมที่นักเรียนเรียนเพื่อทำตามคำสั่งของครู หรือทำการบ้านเพื่อให้เสร็จตามที่ครูกำหนด เปลี่ยนเป็นเรียนเพื่อตนเอง เพื่อการเรียนรู้ของตนเองนักเรียนมีโอกาสให้ความช่วยเหลือกัน ช่วยแก้ปัญหา สร้างโมติวิจิตระหว่างกัน
8. ช่วยให้ครูสามารถเข้าใจนักเรียนได้เป็นรายบุคคล ด้วยธรรมชาติของนักเรียนจะมีความแตกต่างกัน มีความถนัด ความชอบต่างกัน การกลับทางชั้นเรียนช่วยให้ครูเห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคน เพื่อนักเรียนด้วยกัน และสามารถช่วยเหลือกันด้วยจุดแข็งของแต่ละคน เนื่องจากครูสามารถเดินไปได้ทั่วห้อง ครูจะสังเกตเห็นนักเรียนที่กำลังพยายามแก้ปัญหาต่าง ๆ และสามารถเข้าไปช่วยนักเรียนที่ไม่ถนัดในเรื่องนั้นได้

9. ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ในชั้นเรียนเปลี่ยนไป พฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ของนักเรียนจะหายไป เช่น การเล่นเกมในเวลาเรียน การเล่นโทรศัพท์ การนอนหลับ เนื่องจากห้องเรียนกลับด้านนักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ไม่ใช่รับการถ่ายทอดแบบเดิม

ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) มุ่งเน้นการสร้างสร้งองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองตามทักษะ ความรู้ความสามารถและสติปัญญาของแต่ละบุคคล (Individualized Competency) ตามอัตราความสามารถทางการเรียนแต่ละคน จากมวลประสบการณ์ที่ครูจัดให้ผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ และเป็นลักษณะการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนอย่างอิสระทั้งด้านความรู้และการปฏิบัติ ซึ่งมีความแตกต่างกับห้องเรียนแบบเดิม (Traditional Learning) ที่ครูคอยเป็นผู้ป้อนความรู้และประสบการณ์ให้นักเรียนเพียงอย่างเดียวในลักษณะที่ครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher Center) ดังนั้นห้องเรียนกลับด้านจะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนและบทบาทของครูที่จะคอยจุดประกายและสร้างความสะดวกต่าง ๆ (Facilitators) ภายในชั้นเรียน มีใช้ผู้ถ่ายทอดความรู้แต่จะทำบทบาทเป็นผู้ฝึก (Coach)

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 13) ได้เปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาเรียนระหว่างห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้านไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาระหว่างการเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน

ห้องเรียนแบบเดิม	ห้องเรียนกลับด้าน
กิจกรรม warm-up 5 นาที	กิจกรรม warm-up 5 นาที
ทบทวนการบ้านของคืนก่อน 20 นาที	ถาม-ตอบ เรื่องวีดิทัศน์ 10 นาที
บรรยายเนื้อหาวิชาใหม่ 30 - 45 นาที	กิจกรรมเรียนรู้ที่ครูมอบหมายหรือนักเรียน คิดเอง หรือ lab 75 นาที
กิจกรรมเรียนรู้ที่ครูมอบหมายหรือนักเรียน คิดเองหรือ lab 20 - 35 นาที	

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง* (น. 28), โดย วิจารณ์ พานิช, 2556, กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.

การใช้สื่อวิดีโอในห้องเรียนกลับด้าน ต้องพิจารณาว่าจะใช้ของที่มีอยู่แล้ว หรือสร้างขึ้นเองซึ่งทั้ง 2 แนวทางต่างมีข้อดีข้อเสีย และแม้จะสร้างขึ้นเอง ก็ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต หรือใช้ทรัพยากรที่มีอยู่แล้วมาศึกษาประกอบด้วย Flipped Classroom เป็นวิธีการสอนที่ใช้มานานหลายปี เช่น ในหนังสือ *Effective Grading* (1998) ของ

Barbara Walvoord และ Virginia Johnson Anderson สาขามนุษยศาสตร์ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับเนื้อหาก่อนที่จะมีการเรียนในชั้นเรียน และเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีการเตรียมตัวหรือไม่ พวกเขาเสนอวิธีการตรวจสอบโดยให้งานที่นักเรียนได้ทำก่อนเข้าชั้นเรียน เมื่อเข้าเรียนนักเรียนจะได้รับคำแนะนำและข้อเสนอแนะระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งวิธีนี้จะเป็นการลดการเขียนคำเสนอแนะในงานของนักเรียนอีกด้วย เพราะได้มีการเสนอแนะต่อในชั้นเรียนไปแล้ว รูปแบบการสอนนี้ได้ถูกแนะนำให้ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ เป็นวงกว้าง

Bergmann and Sams (2012, p. 3) พยายามหาแนวทางในการช่วยนักเรียนซึ่งมีความจำเป็นต้องขาดเรียนบ่อยครั้ง เนื่องจากต้องเข้าแข่งขันกีฬา หรือร่วมกิจกรรมต่าง ๆ จนทำให้เรียนไม่ทันเพื่อน และเวลายาวนานที่นักเรียนใช้ในการเดินทาง ก็ทำให้นักเรียนจะต้องขาดเรียน เมื่อ Jonathan ได้พบวิธีการอัดเสียงลงใน PowerPoint และการทำวีโออย่างง่าย ๆ พวกเขาเริ่มถ่ายการสอนและลงวิดีโอออนไลน์เพื่อให้นักเรียนได้เข้ามาดู เมื่อมีนักเรียนขาดเรียนหรือไม่ได้เข้าเรียนครูก็จะให้เว็บไซต์เพื่อให้นักเรียนคนนั้นได้ดูบทเรียน ดังนั้นพวกเขาจึงเริ่มบันทึกวิดีโอการสอนเตรียมไว้และนำมาใช้ในห้องเรียน เมื่อนำมาใช้และทำกิจกรรมพวกเขาพบว่าเมื่อทำการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ เสร็จยังมีเวลาเหลืออีก 20 นาทีเมื่อเทียบกับการสอนแบบดั้งเดิม เมื่อได้นำห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) มาใช้จนจบปีการศึกษาก็ได้ค้นพบว่าการสอนในรูปแบบนี้เป็นสิ่งที่ดีกับนักเรียน กล่าวคือ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นวิธีที่ช่วยกำหนดกรอบให้นักเรียนได้รับการศึกษาส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับความต้องการของตนเอง กรณีมีนักเรียนแลกเปลี่ยนที่เข้ามาใหม่กลางภาคเรียน ซึ่ง Jonathan Bergman และ Aron Sams ได้ให้นักเรียนใหม่ดูวิดีโอการสอนของพวกเขา ผลปรากฏว่านักเรียนคนนี้สามารถเรียนรู้ได้ทันเพื่อนแม้จะใช้เวลานี้น้อยกว่า ซึ่งการศึกษาในแบบดั้งเดิมจะทำได้ยาก นักเรียนที่ได้รับการศึกษาแบบเดิมจะรู้ในเรื่องนั้น ๆ แค่อีกเพียงผิวเผิน แต่การใช้ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ช่วยให้นักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ได้รับการศึกษาเฉพาะที่เหมาะสมตนเอง

Lage, Platt and Treglia (2000, pp. 30-43) อธิบายวิธีการที่คล้ายกันที่เรียนว่า Inverted Classroom ซึ่งถูกนำมาใช้ในหลักสูตรเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นในปี 2000 ได้เริ่มทดลองว่าการสอนแบบดั้งเดิมไม่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้บางรูปแบบ และเพื่อให้หลักสูตรเหมาะกับนักเรียนจึงเกิดการออกแบบ Inverted Classroom เพื่อให้นักเรียนได้เรียนกับสื่อการเรียนต่าง ๆ เช่น การเรียนนอกห้อง การอ่านหนังสือ วิดีโอ และ PowerPoint ที่มีเสียงก่อนการเข้าเรียน เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้เตรียมความพร้อมโดยการดูสื่อต่าง ๆ นักเรียนจะได้รับงานที่تمرการสุม์เก็บคะแนนในบางครั้ง เมื่อเข้าห้องเรียนกิจกรรมในเวลาเรียน นักเรียนจะใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ อภิปรายกลุ่มย่อย ๆ เกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ทั้งนักเรียนและครูผู้สอนที่จะตอบสนองต่อวิธีการนี้อย่างดีและสังเกตว่านักเรียนมีแรงจูงใจมากขึ้นกว่าการสอนในรูปแบบดั้งเดิม

จากการศึกษาแนวคิดหลักห้องเรียนกลับด้าน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าจากที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอนคือ “เรียนที่บ้าน-ทำการบ้านที่โรงเรียน” โดยที่นักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาจากที่บ้านหรือนอกชั้นเรียนผ่านการเรียนด้วยตนเองจากสื่อการเรียนการสอน วิดีทัศน์ (Video) ส่วนการเรียนในชั้นเรียนนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกัน เช่น นักเรียนสามารถตั้งคำถามจากการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สามารถอธิบายต่อได้ ใช้เทคโนโลยีสืบค้นหาความรู้ที่มาร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน นักเรียนเป็นผู้นำของการอภิปรายในห้องเรียน โดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะ

2.3.3 ความสำคัญของห้องเรียนกลับด้าน

จันทวรรณ ปิยะวัฒน์ (2558, น. 14) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านในระบบชั้นเรียนออนไลน์บน www.ClassStart.com สามารถช่วยลดภาระงานสอนได้ โดยครูควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ทักษะและหน้าที่ที่เปลี่ยนแปลงไปของครู เพราะครูจะสอนน้อยลงแต่จะต้องจัดเตรียมสื่อต่าง ๆ อาทิ วิดีทัศน์ เอกสารต่าง ๆ แบบฝึกหัด และครูจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ฝึกคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน
2. เนื้อหาและองค์ความรู้ต่าง ๆ ในรูปแบบของสื่อวีดิทัศน์ควรมีความน่าสนใจเข้าใจง่ายกว่าการอ่านหนังสือ นักเรียนสามารถดูซ้ำได้ตลอดเวลา
3. กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนและทางออนไลน์ควรมีความท้าทาย ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป ควรเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสนุกสนานส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วม ได้ใช้ความรู้และทักษะในการทำกิจกรรม

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 48-49) ได้กล่าวถึงแนวคิดเรื่องห้องเรียนกลับด้านจึงเป็นการปรับเปลี่ยนบทบาทในชั้นเรียนจากการที่ครูมีความสำคัญที่สุดมาเป็นการให้ความสำคัญกับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญอย่างแท้จริง ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลา โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก
2. ช่วยให้นักเรียนที่มีกิจกรรมมากสามารถเรียนล่วงหน้า หรือเรียนตามได้ง่ายขึ้น และยังช่วยให้นักเรียนรู้จักบริหารเวลาของตนเองให้เหมาะสมอีกด้วย
3. ทำให้ครูเข้าใจความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนว่าช้าหรือเร็วและให้คำแนะนำในการเรียนหรือเนื้อหาวิชาได้อย่างเหมาะสม

4. นักเรียนสามารถศึกษาจากสื่อการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตน จะศึกษาสื่อที่รอบคอก็ได้จนกว่าจะเข้าใจเนื้อหาบทเรียนนั้น

5. ช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน และนักเรียนกับครูจากการทำกิจกรรมภายในชั้นเรียน ที่เป็นกิจกรรมกลุ่มให้นักเรียนได้เรียนรู้และช่วยกันทำงานจนเป็นผลสำเร็จ โดยมีครูให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

6. ทำให้ครูรู้จักนักเรียนของตนดีขึ้นจากการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน เพราะครูต้องสังเกตพฤติกรรมการเรียน ให้คำแนะนำ สร้างแรงบันดาลใจ ให้กำลังใจ รับฟัง และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้ครูเห็นความแตกต่างของนักเรียนในชั้นเรียน เห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคน

7. ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ในชั้นเรียนเปลี่ยนไป พฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์บางอย่างของนักเรียนหายไป เช่น การเล่นโทรศัพท์ในเวลาเรียน การนอนหลับในชั้นเรียน เนื่องจากในห้องเรียนกลับด้านนักเรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ไม่ใช่รับการถ่ายทอดแบบเดิม

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 45) ได้สรุปองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน ไว้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ให้ชัดเจน
2. ไตร่ตรองว่าวัตถุประสงค์ส่วนไหนควรเรียนแบบลงมือปฏิบัติ หรือได้รับการ

ถ่ายทอด

3. ต้องแน่ใจว่านักเรียนได้เข้าถึงวัสดุเพื่อเรียนสาระวิชา
4. มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเรียนรู้ในชั้นเรียน
5. สร้างแบบวัดที่หลากหลายเพื่อพิสูจน์ว่านักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์

ในแต่ละบทเรียน

สุรศักดิ์ ปากเฮ (2556, น. 5-6) ได้อธิบายรูปแบบของห้องเรียนกลับด้านประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่หนึ่ง คือ การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น เกมสถานการณ์จำลองสื่อปฏิสัมพันธ์ การทดลอง และงานด้านศิลปะต่างๆ องค์ประกอบที่สอง คือ การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับนักเรียนจากสื่อหรือกิจกรรมออนไลน์หลากหลายประเภท เช่น การใช้เว็บไซต์หรือสื่อออนไลน์ การสนทนา (Chat) องค์ประกอบที่สาม คือ การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมายโดยนักเรียนเป็นผู้บูรณาการสร้างองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างกระดานความรู้ อิเล็กทรอนิกส์ (Blogs) การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ (Social Networking and Discussion Boards) และประการสุดท้าย คือ การสาธิตการจำลองสถานการณ์และการประยุกต์ใช้ (Demonstration and Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยนักเรียนเอง

ในเชิงสร้างสรรค์โดยจัดทำเป็นโครงการ (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอ (Presentations) ที่เกิดจากการรังสรรค์งานเหล่านั้น

Brame and Director (2013, p. 19) ได้บอกถึงองค์ประกอบที่สำคัญของห้องเรียน กลับด้าน ไว้ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อต่าง ๆ ก่อนทากิจกรรมในชั้นเรียน
2. สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนในการเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียน
3. มีวิธีการวัดและประเมินผลความเข้าใจของนักเรียน
4. จัดให้มีกิจกรรมในชั้นเรียนโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น

Hamdan, et al. (2013, p. 20) กล่าวถึงการเรียนรู้ Flipped Classroom โดยมุ่งเน้นไปที่การเรียนของนักเรียนเป็นการเรียนรู้รายบุคคล สีเสหลักของ Flipped Classroom จะช่วยอธิบายให้ครูหรือผู้ที่จะนำ Flipped Classroom ไปใช้นั้นได้เข้าใจถึงการเรียนการสอนแบบ Flipped Classroom ว่าหัวใจหลักที่แท้จริง มีดังนี้

1. F-Flexible Environment การเรียนการสอนแบบ Flipped Classroom ต้องการความยืดหยุ่นของสภาพแวดล้อม เช่น รูปแบบของการเรียนรู้นั้นควรมีหลายรูปแบบ ไม่ยึดติดกับแบบใดแบบหนึ่งหรือรูปแบบเดิมๆ นอกจากนี้ครูจะต้องมีความยืดหยุ่นกับการคาดหวังด้วยระยะเวลาในการเรียนรู้ของนักเรียน หรือวิธีการประเมินในการสร้างระบบการประเมินจะต้องมีความเหมาะสมทั้งในการวัด ความหมายกับนักเรียน และครูไม่ใช้การประเมินเป็นตัวตัดสินคะแนนนักเรียนเพียงอย่างเดียว

2. L-Learning Culture การเรียนการสอนแบบ Flipped Classroom ต้องการการยกระดับจากวัฒนธรรมการเรียนรู้ในรูปแบบครูเป็นศูนย์กลางแบบดั้งเดิมเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งจะให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ในสิ่งที่นักเรียนสนใจในเชิงลึกมากขึ้น และสร้างโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยที่พวกเขามีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ผ่านการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและการประเมินผลของนักเรียนจะเป็นไปในลักษณะส่วนบุคคล ในทางทฤษฎีนักเรียนสามารถเลือกการเรียนรู้ของพวกเขาโดยการหาเนื้อหาที่อยู่นอกเหนือจะเนื้อหาภายในห้องหรือเนื้อหาที่กำหนดไว้และครูสามารถเพิ่มปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและแนะนำสื่อต่าง ๆ ให้นักเรียน

3. I-Intentional Content การเรียนการสอนแบบ Flipped Classroom ต้องการความตั้งใจในศึกษาเนื้อหา เพื่อที่ครูจะได้รู้ในเนื้อหาของตัวเองจริง ๆ ประเมินว่าเนื้อหาที่จะสอนโดยตรง รวมถึงการวางแผนด้วยว่าจะใช้สื่อใด ๆ ในการสอนเนื้อหานั้น รวมถึงสื่อไหนที่อนุญาตให้นักเรียนได้ค้นหาต่อไปถ้าหากนักเรียนอยากเรียนรู้เรื่องนั้นเพิ่ม และอีกสิ่งหนึ่งก็คือครูจะใช้วิธีการสอนแบบในห้อง เช่น Active Learning Strategies, Peer Instruction, Problem-Based Learning,

or Mastery หรือ Socratic Methods ขึ้นอยู่กับระดับชั้นและหัวข้อเรื่องที่ครูต้องการสอน ทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ครูจะต้องเข้าใจและศึกษาในเรื่องที่ต้องการจะสอนจริง ๆ เพื่อเป็นการวางแผนการเรียนในคาบนั้น เพื่อให้เกิดผลประโยชน์กับนักเรียนสูงสุด

4. P-Professional Educator การเรียนการสอนแบบ Flipped Classroom ต้องการครูที่เป็นมืออาชีพ Flipped Classroom อาจจะชี้ให้เห็นว่าวิดีโอการเรียนการสอนมีความสำคัญมากกว่าครูหรือนักการศึกษา แต่จริง ๆ แล้วเป็นการเข้าใจที่ผิด เพราะสำหรับ Flipped Classroom ต้องการทักษะด้านการศึกษามืออาชีพที่จะมีความสำคัญกับครูหรือนักศึกษามากขึ้นกว่าเดิม โดยจะต้องกำหนดเวลาและวิธีการที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ไปเป็นการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล และการเพิ่มเวลาการพบปะระหว่างครูและนักเรียนมากขึ้น จะทำให้สามารถนำรูปแบบการสอนมาใช้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี มีการสังเกตนักเรียนในช่วงที่ทำกิจกรรม ช่วยให้การประเมินนักเรียนเป็นไปแบบรายบุคคลจริง ๆ ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำไม่ได้เลยถ้าหากครูยังไม่เข้าใจวิธีการสอนเนื้อหา เป็นบทบาทของตัวเองที่พึงมี

จากการศึกษาความสำคัญของห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นการปรับเปลี่ยนบทบาทในชั้นเรียนจากการที่ครูมีความสำคัญที่สุดมาเป็นการให้ความสำคัญกับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมุ่งเน้นไปที่การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้รายบุคคล องค์ประกอบที่สำคัญของห้องเรียนกลับด้าน ได้แก่ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อต่าง ๆ ก่อนทำกิจกรรมในชั้นเรียน สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนในการเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียน มีวิธีการวัดและประเมินผลความเข้าใจของนักเรียน และจัดให้มีกิจกรรมในชั้นเรียนโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น

2.3.4 รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน

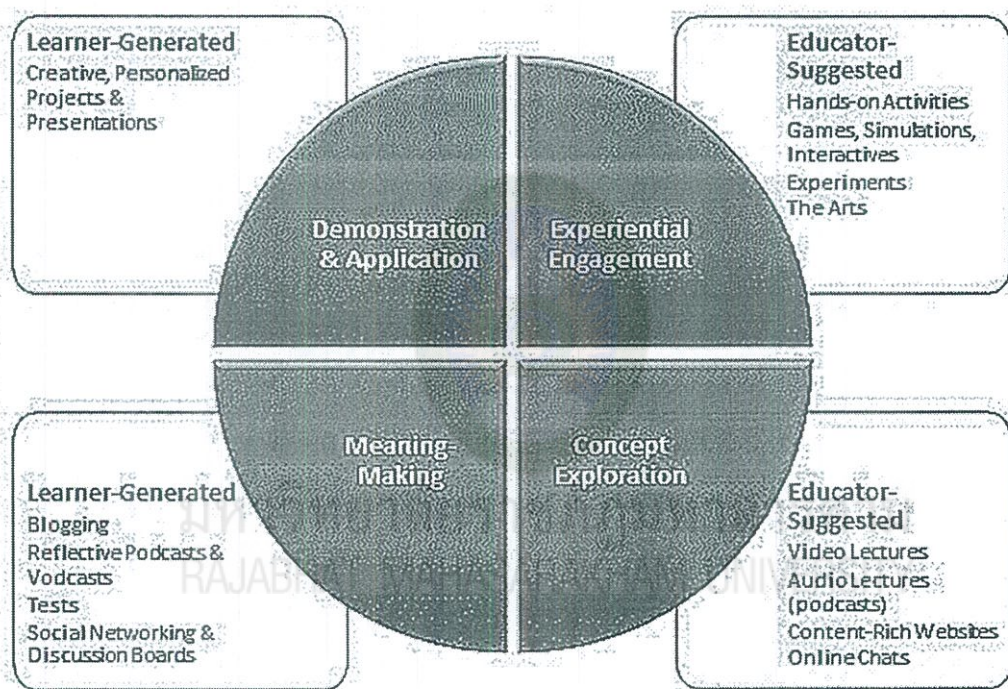
Schoolwires (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนเน้นการ สร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านหรือ Mastery Learning นั้นจะมีองค์ประกอบสำคัญที่เกิดขึ้น 4 ดังนี้

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลายทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเองเกม สถานการณ์จำลองสื่อปฏิสัมพันธ์การทดลอง หรืองานด้านศิลปะแขนงต่าง ๆ

2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับนักเรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวิดีโอบันทึกการบรรยาย การใช้สื่อบันทึกเสียง ประเภท Podcasts การใช้สื่อ Websites หรือสื่อออนไลน์ Chats

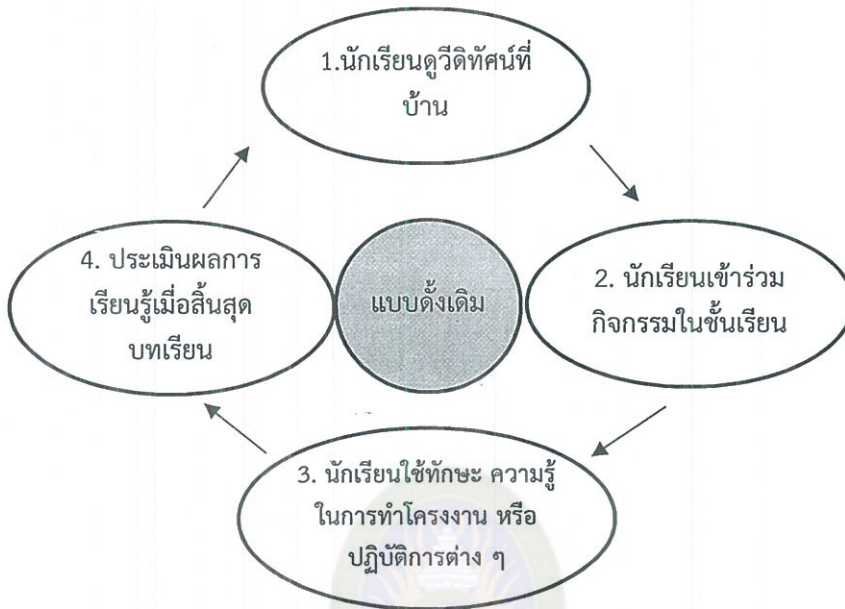
3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยนักเรียนเป็นผู้บูรณาการสร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างกระดานความรู้อิเล็กทรอนิกส์ (Blogs) การใช้แบบทดสอบ (Tests) การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ (Social Networking and Discussion Boards)

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration and Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยนักเรียนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงการ (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการรังสรรค์งานเหล่านั้น



ภาพที่ 2.4 โมเดลห้องเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Classroom Model) ปรับปรุงจาก Back to the Classroom Taking It Beyond the Content. โดย Brian Miller, 2014.

ปางลีลา บุรพาพิชิตภัย (2558, น. 5-7) ได้เสนอรูปแบบของห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ของ Brian Miller ว่า การผสมผสานกับห้องเรียนการสอนในแบบต่าง ๆ ซึ่งมี 4 รูปแบบดังนี้

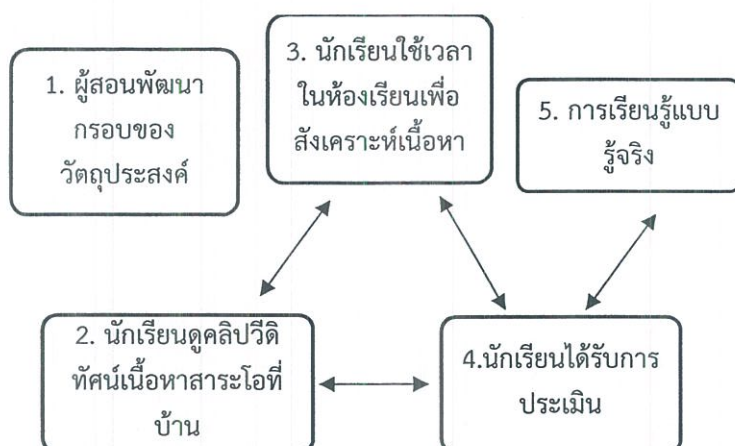


ภาพที่ 2.5 รูปแบบที่ 1 ห้องเรียนกลับด้านแบบดั้งเดิม (Classic flipped classroom).

ปรับปรุงจาก “The Flipped Classroom กับการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทย”

โดย ปางลีลา บุรพาพิชิตภัย, 2558, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

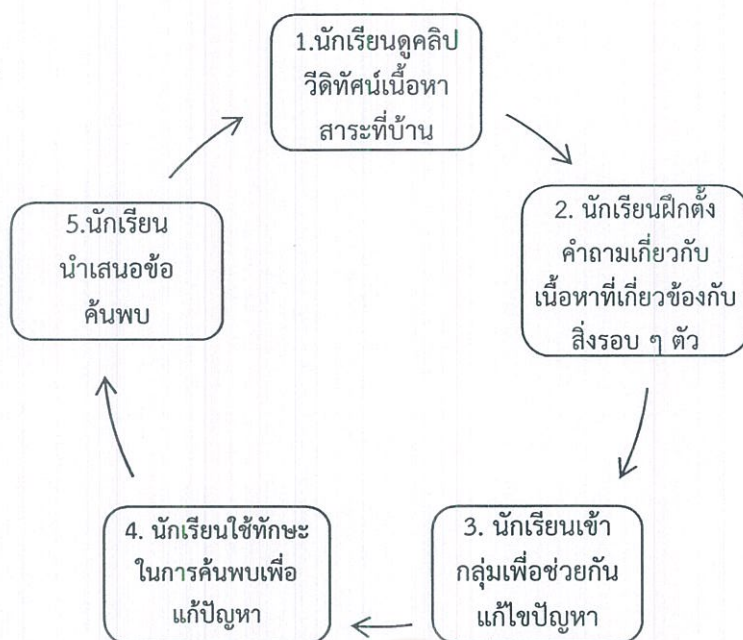
เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับครูที่เริ่มต้นใช้มากที่สุด โดยครูจะให้แหล่งการเรียนรู้แก่นักเรียนในชั้นเรียน แล้วให้คำแนะนำอยู่ข้าง ๆ นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่ม และนักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้มีบทบาทในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง



ภาพที่ 2.6 รูปแบบที่ 2 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการของการสืบสอบ (Inquiry Based Approach). ปรับปรุงจาก “*The Flipped Classroom* กับการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทย” โดย ปางลีลา บุรพาพิชิตภักย์, 2558, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

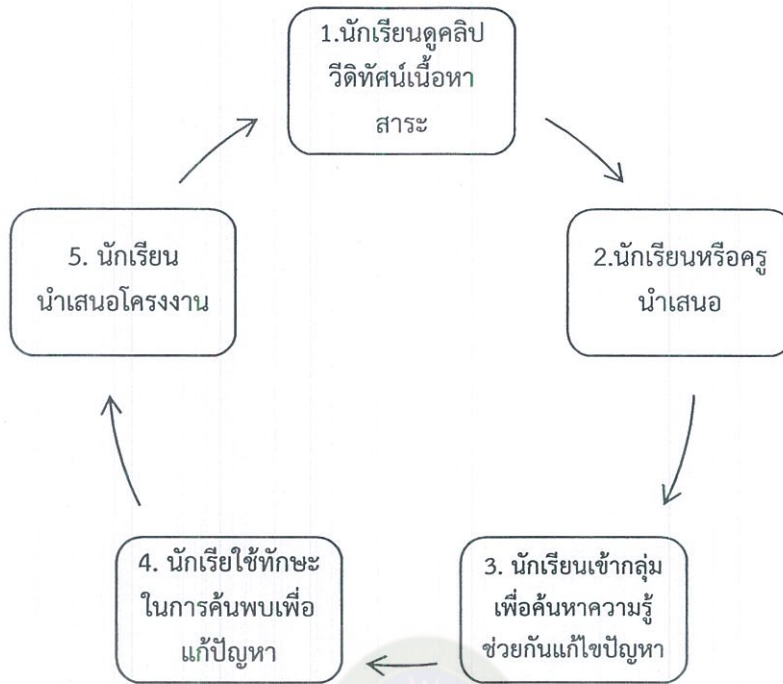
รูปแบบนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้แบบส่วนบุคคลด้วยตนเอง โดยการค้นคว้าหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามของตนเอง นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือในกลุ่มที่จะดำเนินการขั้นตอนการสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม นักเรียนจะทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ปัญหา
2. แนวคิดการวิจัย
3. รูปแบบสมมติฐาน
4. ทดสอบสมมติฐาน
5. รวบรวมและประมวลผลข้อมูล
6. สรุป
7. นำเสนองาน



ภาพที่ 2.7 รูปแบบที่ 3 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการแบบรู้จริง (Flipped Mastery Approach). ปรับปรุงจาก “*The Flipped Classroom กับการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทย*” โดย ปางลีลา บุรพาพิชิตภย์, 2558, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รูปแบบนี้จะช่วยให้เป็นการศึกษาอย่างแท้จริง กล่าวคือ รูปแบบนี้นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการเรียนรู้ของเขาจะเป็นลำดับหัวข้อ นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือในกลุ่มเพื่อน การศึกษาติดตามความคืบหน้าของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนที่จะเพิ่มศักยภาพของตนเองซึ่งจะให้โอกาสที่ดีที่สุดสำหรับความแตกต่างในห้องเรียน โอกาสที่นักเรียนเรียนเนื้อหาเกินกว่ากรอบวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นักเรียนจะดำเนินการได้แตกต่างกันตามระดับความสามารถและความต้องการ



ภาพที่ 2.8 รูปแบบที่ 4 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการโครงการ (Project Based Learning).
ปรับปรุงจาก “The Flipped Classroom กับการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทย”
โดย ปางลีลา บุรพาพิชิตภัย, 2558, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การใช้ปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนใช้เนื้อหาในการ
แก้ปัญหา นักเรียนได้ใช้การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่
นอกเหนือไปจากความเข้าใจในเนื้อหา แต่จะขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนได้รับการ
สนับสนุนในการสร้างการประเมินตนเองและข้อเสนอแนะเพื่อตรวจสอบความคืบหน้าของพวกเขา
และประสบความสำเร็จสูงสุดจากโครงการที่ทำรูปแบบนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะศตวรรษที่
21 ที่จำเป็นในการเข้าสู่ตลาดงานในอนาคต

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 4) ได้ให้แนวคิดของห้องเรียนกลับด้านในเบื้องต้นนั้น มี
บทสรุปเปรียบเทียบให้เห็นถึงรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบกลับด้าน (Flipped
Learning) กับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบเดิม (Traditional Learning) กล่าวคือการ
จัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นจะมุ่งเน้นการสร้างสรรคองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียน
เองตามทักษะ ความรู้ความสามารถและสติปัญญาของเอกัตบุคคล (Individualized Competency)
ตามอัตราความสามารถทางการเรียนแต่ละคน (Self-Paced) จากมวลประสบการณ์ที่ครูจัดให้ผ่านสื่อ
เทคโนโลยี ICT หลากหลายประเภทในปัจจุบัน และเป็นลักษณะการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้น
เรียนอย่างอิสระทั้งด้านความคิดและวิธีปฏิบัติ ซึ่งแตกต่างจากการเรียนแบบเดิมที่ครูจะเป็นผู้ป้อน

ความรู้ประสบการณ์ให้นักเรียนในลักษณะของครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher Center) ดังนั้นการสอนแบบกลับทางจะเป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ แต่จะบทบาทเป็นติวเตอร์ หรือโค้ช (Coach) ที่จะเป็นผู้จุดประกายและสร้างความสนุกสนานในการเรียน รวมทั้งเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitators) ในชั้นเรียนนั้น ๆ

จากการศึกษารูปแบบของห้องเรียนกลับด้านผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการเลือกใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ไปใช้ในการออกแบบรูปแบบการสอนเพราะเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับครูที่คิดริเริ่มที่จะใช้เป็นวิธีการสอนในปัจจุบันมากที่สุด โดยครูจะมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาภายนอกชั้นเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ เช่น วิดีทัศน์ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และกิจกรรมในชั้นเรียนนักเรียนได้ใช้ทักษะ ความรู้ในการทำโครงงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ หลังจากนั้นนักเรียนและครูร่วมประเมินการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดบทเรียน

2.4 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด

2.4.1 ความหมายการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ ดังนี้

ทิตนา แคมมณี (2557, น. 141) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การสอนที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 93) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบผ่านการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียน แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมที่มีความผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการทดลองให้มีประสิทธิภาพและหลักฐาน การใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล ตอบคำถาม อธิบายและทำนาย ตลอดจนการนำเสนอข้อมูล

วรรณภา ขุนเพ็ง (2553, น. 11-12) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีสอนหรือวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

จากการศึกษาความหมายการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนหรือวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.4.2 ประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ และวิธีการแบบเปิด (Open Inquiry)

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ และวิธีการแบบเปิดดังนี้

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558, น. 4-5) กล่าวว่า โดยทั่วไปการจัดประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ จะพิจารณาได้จากระดับของบทบาทและการมีส่วนร่วมของครูผู้สอนและระดับของบทบาทและความท้าทายของกิจกรรมที่จัดให้นักเรียน ในที่นี้จะแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Structured Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้ ครูผู้สอนมีบทบาทในระดับสูงโดยเป็นผู้แนะนำนักเรียนในตลอดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง มีการให้ปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้แนวคิดและขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยนักเรียนจะมีบทบาทในการหาคำตอบ ซึ่งการสืบเสาะประเภท Structured Inquiry นี้จะเหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่ หรือนักเรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น

2. Guided Inquiry คือการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูผู้สอนจะลดระดับบทบาทของการมีส่วนร่วมลงและนักเรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีการกำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้ แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง

3. Collaborative Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่ทั้งครูผู้สอนและนักเรียนมีบทบาทร่วมกัน ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ในทุกขั้นตอน วิธีการนี้เหมาะสำหรับกลุ่มนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะมากขึ้น

4. Open Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการให้คำปรึกษา และจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับสูง

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2558, น. 3) กล่าวว่า เมื่อพิจารณาบทบาทของนักเรียนในการออกแบบกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นเกณฑ์ อาจแบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured Inquiry) นักเรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะให้ (Guided Inquiry) นักเรียนสามารถดัดแปลงข้อแนะนำในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เหมาะสม และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่มีการกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้

3. การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการ รวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558, น. 4) กล่าวว่า ความหลากหลายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

วรรณภา ขุนเพ็ง (2553, น. 14) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จำแนกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้
2. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้
3. นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้

Bruck, et al., (2009, pp. 75-83) ได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดว่า เป็นวิธีที่จะทำให้นักเรียนมุ่งมั่นในการคิดอย่างอิสระ โดยลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด

คือ ครูจัดเตรียม ปัญหา คำถามและทฤษฎีให้นักเรียน ส่วนการออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง แปลผลการทดลอง และการลงข้อสรุปให้นักเรียนได้ออกแบบด้วยตนเอง

จากการศึกษาประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ และวิธีการแบบเปิด (Open Inquiry) ผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหาออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษา และจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์เท่านั้น เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม และเพื่อผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง และนำไปสู่ความเข้าใจสาระสำคัญที่ได้จากการแก้ปัญหา

2.4.3 กระบวนการของวิธีการแบบเปิด

รณชัย กลิ่นกล้า และคณะ (2559, น. 211-217) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิดมีกระบวนการทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจก่อนเข้าสู่บทเรียน มีการนำตัวอย่าง และเปิดวิดีโอทัศน์เพื่อกระตุ้นความอยากรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ครูจัดเตรียมคำถามและปัญหาพร้อมทั้งให้ความรู้เบื้องต้น

2. ขั้นกำหนดประเด็นที่จะศึกษา (Conceptualization) ประกอบไปด้วย

2.1 ขั้นกำหนดประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถาม (Questioning) ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตั้งคำถามการทดลองของนักเรียน

2.2 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (Hypothesis Generation) นักเรียนตั้งสมมติฐานจากคำถามการทดลองด้วยตนเอง

3. ขั้นตรวจสอบ (Investigation) ประกอบไปด้วย

3.1 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูจะเตรียมอุปกรณ์การทดลองและสารเคมีพร้อมทั้งอธิบายวิธีการใช้งาน ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น และข้อระมัดระวังต่าง ๆ ส่วนนักเรียนทำการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทดลอง รวมถึงตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเองทั้งหมด

3.2 ขั้นทดลอง (Experimentation) นักเรียนทำการทดลอง เก็บข้อมูลและบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกการทดลองที่ตนเองออกแบบ

3.3 ขั้นแปลความหมายข้อมูล (Data Interpretation) นักเรียนแปลความหมายข้อมูลที่ได้และวิเคราะห์ผลการทดลองร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ บันทึกผลการวิเคราะห์และวาดรูปแบบจำลองทางกายภาพลงในใบปฏิบัติการ

4. ขั้นสรุป (Conclusion) นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลองจากข้อมูลที่ได้ประกอบกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลองทางกายภาพโดยพิจารณาเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ศึกษาสมมติฐานในตอนเริ่มต้น

5. ชั้นอภิปราย (Discussion) ประกอบไปด้วย

5.1 ชั้นการสื่อสาร (Communication) นักเรียนนำเสนอผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในตารางบันทึกผลการทดลองและจากแบบจำลองทางกายภาพแก่เพื่อนร่วมชั้น ซึ่งมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นและซักถามข้อสงสัย

5.2 ชั้นสะท้อนผล (Reflection) นักเรียนร่วมกันสะท้อนว่าในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำอะไรบ้าง การออกแบบการทดลองและตารางบันทึกการทดลองแบบใดเหมาะสมอย่างไร

ยุพาพัทธ์ สะเดา (2555, น. 55) กล่าวว่า การสอนแบบวิธีการเรียนแบบเปิด มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั้นนำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียนโดยเน้นวิธีการแบบเปิด ซึ่งมีลักษณะของการเปิด 3 ลักษณะ คือ กระบวนการเปิด (แนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องนั้นมีหลายแนวทาง) ผลลัพธ์เปิด (คำตอบถูกต้องหลายคำตอบ) แนวทางการพัฒนาเปิด (สามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้) เมื่อได้สถานการณ์ปัญหาแล้วครูใช้ใบกิจกรรมให้นักเรียนทำในห้องเรียนโดยทำเป็นกลุ่ม ๆ 3-5 คน

2. ชั้นลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง (การนำเสนอแผนการสอนไปใช้) (Research) เมื่อได้ใบกิจกรรมนักเรียนในกลุ่มก็จะช่วยกันคิดหาวิธีของแต่ละคนเสร็จแล้วก็จะคุยกันในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปและเหตุผลที่ได้คำตอบมาอย่างนี้เพราะอะไรมีวิธีการอย่างไร เสร็จแล้วก็จะนำเสนอหน้าชั้นให้เพื่อนรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม

3. ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (สะท้อนผลการอภิปรายเกี่ยวกับการสอน Lesson Discussion) เมื่อนักเรียนได้คำตอบพร้อมกับเหตุผลแนวคิดและวิธีหาคำตอบก็จะนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อให้เพื่อนได้รับทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน หลังจากนั้นครูร่วมอภิปรายเพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

4. ชั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (การสรุปผลการเรียนรู้) (Consolidation of Learning) ชั้นสุดท้ายของกิจกรรมที่ครูและนักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนที่มีความเหมือนและแตกต่างในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่ม เพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน

กฤษฎี สุวรรณ (2554, น. 3-4) ได้นิยามวิธีการแบบเปิดว่า หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่อาศัยทักษะกระบวนการคิดสนับสนุนกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน มี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ชั้นการนำเสนอปัญหา (Posing Open-Ended Problem)
2. ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students' Self Learning through Problem Solving)

3. ขั้นการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและขยายแนวคิดในชั้นเรียน (Whole Class Discussion and Comparison)

4. ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through Connecting Students' Ideas Emerged in The Classroom)

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2552, น. 47-66) ได้กล่าวถึงวิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดที่ได้ปรับให้ใช้ควบคู่กับการศึกษาชั้นว่า วิธีการแบบเปิดตามการสอนแบบเปิดบรรจุอยู่ในขั้นตอนที่ 2 (การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน) ของการศึกษาชั้นเรียนโดยวิธีการแบบเปิดตามตารางการสอนแบบเปิดเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ครูเป็นผู้นำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้นักเรียน และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบของปัญหา เพราะเมื่อตั้งปัญหาปลายเปิดอยู่ในชั้นเรียน นักเรียนก็เกิดข้อสงสัยในปัญหาดังกล่าว เช่น กฎ สูตรต่าง ๆ ดังนั้นคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในตอนแรก ซึ่งปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ทั้งกฎ สูตร วิธีการ และอื่น ๆ ของการตอบปัญหา และยิ่งไปกว่านั้นก็ไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่นักเรียนจะกระทำ ซึ่งการที่จะช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพคือ

1.1 ให้กำลังใจนักเรียนโดยมุ่งไปที่ประเด็นปัญหาที่คล้ายกันด้วยการฉายโปรเจคเตอร์ให้ดู

1.2 เปลี่ยนข้อมูลให้เป็นแบบทั่วไป ตัวอย่างเช่น การแนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมที่มากกว่าการให้ปัญหาที่เป็นคำพูด

1.3 ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของนักเรียน

1.4 หารูปแบบที่ดีที่สุดในการใช้เนื้อหาที่เป็นรูปธรรม

2. ชั้นเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน ในขั้นนี้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมถึงการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการคิดเพื่อหาคำตอบและสร้างแนวคิดที่แก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย นักเรียนใช้การปฏิบัติกับสื่ออุปกรณ์และการคิดในเชิงสัญลักษณ์เพื่อการคำนวณและนำไปสู่การสร้างแนวคิดของตนเองอย่างสำคัญ เพราะปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นพิเศษในการคิดของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งครูไม่ควรไปกำหนดปัญหาให้กับนักเรียนทั้งหมด สิ่งที่ครูควรทำคือการปรับความคิดเห็นของนักเรียนให้เข้ากัน การสอนในรูปแบบนี้คล้ายกับการสอนแบบทั่ว ๆ ไปโดยได้รวบรวมเอาองค์ประกอบทั้ง 2 อย่างคือ ผลงานส่วนบุคคลและการอภิปรายบทเรียนทั้งชั้นเรียน แต่ถึงอย่างไรก็ตาม เราไม่สามารถค้นหาคำตอบของนักเรียนแต่ละคนได้ เราจึงหามุมมองใหม่ที่ไม่เกิดขึ้นกับนักเรียน แต่จะปรากฏในช่วงดำเนินการเรียนรู้ของแต่ละคนเพื่อนำมาอภิปรายบทเรียน ซึ่งความคิดของนักเรียนในรายบุคคล มีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

3. ชั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน ในชั้นนี้นักเรียนมีการนำเสนอวิธีการคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งในช่วงนี้มีความสำคัญมากในการจัดบันทึกคำตอบ วิธีการหรือการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำในกลุ่ม ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกหรือใบงานทำการจัดบันทึกวิธีการคิดหรือการให้ข้อมูลข่าวสารของนักเรียน โดยทำการบันทึกแบบย่อ ๆ ในใบงานหลังจากจบบทเรียน ซึ่งครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลก็ได้ เพราะกิจกรรมของนักเรียนในช่วงนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาบทเรียน ครูก็พยายามแนะนำนักเรียนคนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวซึ่งเรื่องนี้อาจเกิดขึ้นในขณะที่ครูเดินรอบ ๆ เพื่อตรวจดูการทำงานของนักเรียน

4. ชั้นสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง ในชั้นนี้ครูเป็นผู้สรุปบทเรียนในคาบและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนทบทวนแนวคิดที่เกิดขึ้น ซึ่งในช่วงนี้ครูหรือนักเรียนก็จะเขียนงานของตนเองหรืองานของกลุ่มใส่กระดาษเพื่อแสดงให้คนอื่นเห็น ซึ่งครูก็จะรวบรวมความคิดที่คล้ายกันของนักเรียนที่ได้นำเสนอ หรือบันทึกความคิดเห็นและอื่น ๆ ของนักเรียน นักเรียนจะยืนยันความคิดของตนเองโดยมองว่างานของตนเองมีส่วนที่คล้ายกับงานของคนอื่นหรือไม่อย่างไร เมื่อนักเรียนนำเสนอคล้ายกันก็ทำการสรุปแบบย่อ ๆ โดยที่ครูให้ความสนใจไปที่ประเด็นใดประเด็นหนึ่งแล้วก็สรุป ครูจะรวบรวมความคิดที่นักเรียนนำเสนอมาและรวบรวมกับสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาแล้วหน้านำมาสรุปรวมกันให้มีความลงตัวพอดี และมีการเชื่อมโยงไปในบทเรียนถัดไป

จากการศึกษาความหมายของวิธีการแบบเปิด แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด และกระบวนการของวิธีการแบบเปิดดังกล่าวข้างต้น การจัดการเรียนรู้ที่ครูเน้นกิจกรรมนั้นเรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด และครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำแนะนำหรือให้ความช่วยเหลือ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry Process) มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด 3) ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 4) ชั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม 5) ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด 6) ชั้นขยายความรู้ และ 7) ชั้นประเมินผล

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดและทักษะการคิดขั้นสูง (High-Order Thinking Skill)

ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking Skills) ถือได้ว่าเป็นทักษะการเรียนรู้ที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับทักษะการคิดขั้นสูงไว้ ดังนี้

2.5.1 ความหมายของทักษะการคิดและทักษะการคิดขั้นสูง

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะการคิดและทักษะการคิดขั้นสูง ดังนี้

ทิสนา แชมมณี และคณะ (2544, น. 95-96) อธิบายทักษะการคิดขั้นสูง หรือทักษะการคิดที่ซับซ้อน (Higher-Order or More Complex Thinking Skills) สรุปได้ว่า ทักษะการคิดขั้นสูงเป็นทักษะที่มีขั้นตอนหลากหลาย และต้องอาศัยทักษะพื้นฐานหลาย ๆ ทักษะ

Carlson, et al. (2010, p. 322) ให้ความหมายการคิดว่าเป็นกิจกรรมประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคลโดยไม่มีผู้อื่นสามารถมองเห็นได้แต่สามารถอ้างอิงสิ่งที่คิดจากพฤติกรรมที่สามารถสังเกตเห็นได้ เมื่อบุคคลคิดบุคคลมีการจัดหมวดหมู่ มีการจัดกระทำและผสมผสานการรับรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งโดยทั่วไปบุคคลมีจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

Kauchak and Eggen (1993, p. 389) ให้ความหมายของทักษะการคิด กล่าวโดยสรุปได้ว่า ทักษะการคิดเป็นกลยุทธ์ทางปัญญา ที่ช่วยให้บุคคลประมวลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Lewis and Smith (1993, pp. 131-137) ได้กล่าวถึงทักษะการคิดขั้นสูงว่า หมายถึงความสามารถของนักเรียนที่สามารถใช้ความคิดขั้นสูงมากกว่าการใช้ความจำเป็น ข้อเท็จจริง หรือความรู้ ซึ่งการใช้ความจำยังไม่จัดว่าเป็นการใช้ความคิดทักษะการคิดขั้นสูง ประกอบด้วยกิจกรรมที่นักเรียนดำเนินการ โดยใช้ข้อเท็จจริง และความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วให้เป็นประโยชน์ นั้นหมายความว่านักเรียนต้องมีความเข้าใจข้อเท็จจริงและความรู้ทั้งหมดได้ สามารถจัดระเบียบข้อเท็จจริง และความรู้ในรูปแบบใหม่ที่นำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้

Kaplan (1990, pp. 110-111) ได้อธิบายทักษะการคิดขั้นสูงโดยสรุปได้ว่า ทักษะการคิดขั้นสูงเป็นทักษะการคิดที่ประณีต ซับซ้อน เช่นการวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การตีความ และการประเมิน ทักษะการคิดขั้นสูงจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่หลากหลายที่คุ่มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

Beyer (1987, p. 31) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการโดยรวมที่บุคคลจะกระทำต่อข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับรู้เข้ามาโดยประสาทสัมผัสและข้อมูลเดิมที่มีอยู่เพื่อสร้างความคิด ให้เหตุผล หรือตัดสินใจ ดังนั้นความคิดจึงเกี่ยวข้องกับการรับรู้สิ่งต่าง ๆ ประสบการณ์เดิม การกระทำอย่างมีสติ การบ่มเพาะ และการหยั่งรู้

จากการศึกษาความหมายของการคิดและการคิดขั้นสูง ของนักทฤษฎีและนักการศึกษาต่าง ๆ สรุปได้ว่า การคิดเป็นกิจกรรมทางปัญญาที่บุคคลจะกระทำต่อข้อมูลต่าง ๆ ทั้งข้อมูลที่มีอยู่เดิม และข้อมูลที่ได้รับเข้ามาใหม่ เพื่อช่วยในการสร้างความเข้าใจ การแก้ปัญหา หรือเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการทำงานที่กำหนดไว้ การคิดมีทั้งการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดขั้นสูง การคิดขั้นพื้นฐานเป็นเพียงการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่เคยใช้มาซ้ำ ๆ หรือเป็นการคิดเพื่อการปฏิบัติงานที่ทำเป็นประจำ ส่วนการคิดขั้นสูงเป็นการคิดที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อน ลึกซึ้ง และมีขั้นตอนการคิดหลายขั้นตอน โดยอย่างน้อยมีขั้นตอนการคิดตั้งแต่ 2 ขั้นตอนขึ้นไป

2.5.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะการคิดขั้นสูง

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงทักษะการคิดขั้นสูงไว้หลายท่าน ดังนี้

ทิสนา แชมมณีและคณะ (2544, น. 5-6) กล่าวว่าทักษะการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking Skill) ทักษะการคิดเป็นคำที่แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของการคิดและกลยุทธ์ทางปัญญาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมซึ่งจะช่วยให้มองเห็นพฤติกรรมที่ชัดเจนของการคิดนั้น ๆ และช่วยบุคคลประมวลผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทักษะการคิดเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่เฉพาะเพื่อบรรยายและอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางเคมีซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. สามารถบรรยายคุณลักษณะได้อย่างถูกต้อง
2. มีความหมายและคำถามเชิงสาเหตุที่เกี่ยวกับลักษณะที่แท้จริง
3. ความจำการสร้างและสถานภาพทางทฤษฎีและสมมติฐานทางเลือก
4. การทำให้เกิดการทำนายที่มีเหตุผล
5. การวางแผนการสร้างการทดลองที่มีการควบคุมเพื่อทดสอบสมมติฐาน
6. การรวบรวม การจัดระเบียบการวิเคราะห์ และการทดลองที่สัมพันธ์กันและการ

เก็บรวบรวมข้อมูล

7. การบรรยายสรุปและประยุกต์ใช้อย่างมีเหตุผล

ทักษะการคิดขั้นสูงประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนประกอบด้านการเปลี่ยนแปลง เช่น การวางแผน การสังเกต การตัดสินใจและการประเมินผล 2) ส่วนประกอบด้านพฤติกรรม โดยจะเป็นการใช้ทักษะตามความเป็นจริงของงาน และ 3) ส่วนประกอบด้านความรู้ ซึ่งจะใช้ในการเรียนรู้สารสนเทศใหม่ ๆ เช่นเดียวกันกับการแบ่งประเภททักษะการสืบสวนตามหลักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้สามารถจำแนกทักษะการคิดขั้นสูงออกเป็น 3 ประเภท คือ ทักษะการสืบค้น ทักษะการประมวลผลข้อมูลและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Zohar and Dori (2003, pp. 145-182) ได้เสนอว่า ทักษะการคิดขั้นสูงจะรวมถึงการสร้างข้อคิดเห็น การถามคำถามการวิจัย การเปรียบเทียบ การแก้ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนอย่างเป็นขั้นตอน การจัดการเกี่ยวกับข้อโต้แย้ง การนิยามสมมติฐานให้ครอบคลุม ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ความคิดในการจัด

กระทำกับข้อมูลหรือเนื้อหาที่ได้รับมาซึ่งจะมีขั้นตอนหลายขั้นและต้องใช้กลยุทธ์ทางความคิดที่ซับซ้อน ลึกซึ้ง และสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้นในการประมวลองค์ความรู้ต่าง ๆ

Anderson and Krathowhl (2001, pp. 213-217) ได้เสนอแนวคิดโดยได้ปรับปรุงการจัดประเภทของความรู้ (The Revised Cognitive Taxonomy) ตามแนวคิดของ Bloom (1956) โดยพิจารณาถึงปัจจัยและรายละเอียดที่กว้างขวางมากยิ่งขึ้นถึงสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อการสอนและการเรียนรู้ และได้แก้ไขปัญหาบางประการจากแนวคิดการจัดประเภทความรู้ของ Bloom (1956) โดยได้แยกระหว่างประเภทความรู้ (Declarative Knowledge) ในด้านเนื้อหาของการคิด และลำดับขั้นของความรู้ (Procedural Knowledge) ในขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาและได้แบ่งประเภทของความรู้ออกเป็น 2 มิติ ได้แก่

1. มิติด้านความรู้ (The Knowledge Dimension) หมายถึง ประเภทของความรู้หรือความรู้นั้นเกี่ยวข้องกับเรื่อง อะไร โดยแยกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1.1 ความรู้ด้านข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) เป็นความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง โดยจะครอบคลุมชิ้นส่วนของข้อมูลที่แยกจากกันซึ่งเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ แบ่งออกเป็น การนิยามของคำศัพท์ และความรู้เกี่ยวกับรายละเอียดและส่วนประกอบที่เฉพาะเจาะจง

1.2 ความรู้ด้านแนวคิดรวบยอด (Conceptual Knowledge) เป็นความรู้ที่จะแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะมีการจัดระเบียบความรู้ที่เป็นระบบ โดยจะเกี่ยวข้องกับการจำแนก และการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาจากหน่วยความจำระยะยาว (Long Term Memory)

1.3 การควบคุมและการประเมินการคิดของตนเอง (Metacognitive Knowledge) เป็นความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุมและกำกับกระบวนการหรือกระบวนการคิด ให้มีความตระหนักในงานและสามารถใช้ทริคในการทำงานจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

2. มิติด้านกระบวนการทางพุทธิปัญญา (The Cognitive Process Dimension) กระบวนการทางพุทธิปัญญาที่ปรับปรุงโดย Anderson และ Krathowhl (2001) มีทั้งหมด 6 ประการ โดยเริ่มจากกระบวนการที่ง่ายที่สุด ดังนี้

2.1 จำ (Remember) เป็นการสร้างข้อมูลในความทรงจำและเป็นความสามารถในการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยความจำระยะยาว ซึ่งความรู้ด้านความจำ เป็นการคิดขั้นพื้นฐาน โดยเป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้อย่างมีความหมายและการแก้ปัญหา เนื่องจากความรู้จะถูกใช้ในงานมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การสอนที่มีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมการจดจำข้อมูลหรือเนื้อหาที่น่าเสนอจะใช้ความรู้ด้านข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) ซึ่งทักษะย่อยที่อยู่ในกระบวนการนี้ ได้แก่ การจดจำ (Recognizing) และการเรียกคืน (Recalling)

2.2 เข้าใจ (Understand) เป็นความสามารถที่จะสร้างความหมายจากสื่อทางการศึกษา เช่น เนื้อหาการเรียน การพูดคุย การเขียน การติดต่อสื่อสารด้วยภาพ นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเมื่อสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งความรู้ใหม่ที่เข้ามาจะถูกรวมเข้ากับสิ่งแวดล้อมแทนความรู้ (Mental Model) และขอบข่ายความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งจะใช้ประเภทความรู้ด้านกรอบแนวคิด (Conceptual Knowledge) และจะเป็นพื้นฐานสำหรับความเข้าใจซึ่งเป็นการคิดในขั้นพื้นฐาน ซึ่งทักษะย่อยในขั้นนี้ที่ครอบคลุมในเรื่องของการตีความหมาย (Interpreting) การยกตัวอย่าง (Exemplifying) การจัดหมวดหมู่ (Classifying) การสรุปความ (Summarizing) การอนุมาน (Inferring) การเปรียบเทียบ (Comparing) การอธิบาย (Executing)

2.3 การประยุกต์ (Apply) เป็นการอ้างถึงการใช้กระบวนการเรียนรู้ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคย หรือในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งถือว่าเป็นการคิดขั้นสูง การนำไปใช้จะถูกเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับประเภทของความรู้ ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) ซึ่งมีทักษะย่อยในกระบวนการด้านนี้ 2 ส่วน คือ การปฏิบัติ (Executing) ซึ่งจะถูกใช้เมื่อเป็นภารกิจที่คุ้นเคย และส่วนของการนำไปใช้ (Implementing) จะถูกใช้เมื่อภารกิจนั้นมีปัญหา หรือมีความยุ่งยากซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจปัญหาเช่นเดียวกันกับกระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนี้การนำไปใช้ยังมีความเชื่อมโยงกับกระบวนการทางพุทธิปัญญาอื่น ๆ อีกด้วย

2.4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นการแบ่งความรู้ออกเป็นส่วน ๆ และอธิบายว่าส่วนต่าง ๆ เหล่านั้นเกี่ยวข้องกับโครงสร้างโดยรวมอย่างไร โดยการแยกแยะความแตกต่าง จัดเรียงลำดับ และการให้เหตุผลการเรียนรู้ไปสู่การวิเคราะห์เป็นหนึ่งในวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการสอน การวิเคราะห์เป็นการขยายความเข้าใจหรือเป็นการปฏิบัติเบื้องต้นไปสู่การประเมินผลหรือการสร้างการประเมินผลจะมีความสัมพันธ์กันและถูกใช้ซ้ำบ่อย ๆ ในการปฏิบัติงานด้านการคิด ซึ่งมีทักษะในกระบวนการด้านนี้ 3 ส่วน คือ การจำแนกความแตกต่าง (Differentiating) การจัดระบบ (Organizing) และการให้เหตุผล (Attributing)

2.5 ประเมินค่า (Evaluation) เป็นการประเมินบนพื้นฐานของเกณฑ์หรือมาตรฐานเกณฑ์ส่วนใหญ่ที่ใช้ คือ คุณภาพ ประโยชน์ และประสิทธิภาพที่สัมพันธ์สอดคล้องกัน ซึ่งจะถูกตัดสินโดยนักเรียนหรือผู้สอน มาตรฐานที่ใช้ในการประเมินจะเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพ ซึ่งจัดเป็นการคิดขั้นสูงโดยครอบคลุมถึงการตรวจสอบ (Checking) ซึ่งการตรวจสอบสามารถทำได้ โดยการทดสอบ การตรวจสอบ การควบคุมและการทำงานร่วมกัน ส่วนการวิพากษ์ (Critiquing) จะเป็นส่วนที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.6 สร้าง (Create) เป็นการนำเอาส่วนประกอบหลาย ๆ ส่วนมารวมกันเป็นรูปแบบใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน หรือมีส่วนประกอบที่จัดระบบภายในใหม่ ทั้งนี้จำเป็นต้องใช้ความคิด

สร้างสรรค์ แต่จะถูกจำกัดด้วยความต้องการของงานหรือสถานการณ์ ซึ่งกระบวนการสร้างถือว่าเป็นการคิดขั้นสูง โดยมีทักษะย่อยในกระบวนการด้านนี้ 3 ส่วน คือ

2.6.1 การสร้าง (Generating) เป็นการนำเสนอปัญหาและแก้ไขปัญหานั้น ที่ตั้งสมมติฐานทางเลือกไว้ โดยมีเกณฑ์ที่แน่นอนรวมถึงการคิดแบบอเนกนัย

2.6.2 การวางแผน (Planning) เป็นการคิดวิธีการแก้ปัญหาและการพัฒนาแผนการในการปัญหา

2.6.3 การผลิต (Production) เป็นการนำเอาแผนการที่วางไว้ไปแก้ปัญหาที่พบกระบวนการด้านการพัฒนาทักษะการคิดนั้น ทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน (Lower-Order Thinking Skill) มีความจำเป็นสำหรับการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking Skill) ซึ่งรายละเอียดของกระบวนการทั้งหมดในแต่ละประเภทของความรู้จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับกระบวนการทางพุทธิปัญญาอย่างมากโดยได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงกระบวนการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของ Anderson และ Krathowl

กระบวนการทางพุทธิปัญญา	ระดับการคิด	ทักษะการคิด
1. จำ (Remember) หมายถึงการสร้างข้อมูลในความทรงจำและเป็นความสามารถในการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยความจำระยะยาว - การเรียกคืน (Recalling) เป็นความสามารถในการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยความจำระยะยาว	การคิดขั้นพื้นฐาน	- การจดจำ (Recognizing) เป็นการสร้างความรู้ในหน่วยความจำระยะยาวซึ่งเป็นข้อมูลความรู้ที่ถูกนำเสนอ
2. เข้าใจ (Understand) หมายถึงความสามารถที่จะสร้างความหมายจากสื่อทางการศึกษา เช่น เนื้อหาการเรียนการพูดคุย การเขียน การติดต่อสื่อสารด้วยภาพ	การคิดขั้นพื้นฐาน	- การตีความ (Interpreting) เป็นการเปลี่ยนแปลงจากสิ่งหนึ่งไปยังสิ่งแทนความรู้.

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

กระบวนการทางพุทธิปัญญา	ระดับการคิด	ทักษะการคิด
<ul style="list-style-type: none"> - การจัดหมวดหมู่ (Classifying) เป็นการระบุเกี่ยวกับบางสิ่งที่เป็นส่วนหนึ่งไปยังหมวดหมู่ - การอนุมาน (Interring) เป็นการบรรยายสรุปตามเหตุผลจากการนำเสนอข้อมูล - การเปรียบเทียบ (Comparing) เป็นการตรวจหาความสอดคล้องระหว่างแนวคิดสองแนวคิด วัตถุประสงค์ 		
3. ประยุกต์ใช้ (Apply) หมายถึง การนำความรู้ไปใช้อย่างเป็นขั้นตอน/กระบวนการ	การคิดขั้นสูง	- ทักษะการปฏิบัติ (Executing) เป็นการนำกระบวนการ การเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย
4. วิเคราะห์ (Analyze) หมายถึง การแตกแนวคิดรวบยอดออกเป็นส่วน ๆ และอธิบายว่าส่วนต่าง ๆ เหล่านั้นเกี่ยวข้องกับโครงสร้างโดยรวมอย่างไร	การคิดขั้นสูง	- การจำแนก (Differentiating) เป็นการแยกแยะเนื้อหาสาระส่วนที่มีความเกี่ยวข้องออกจากส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือส่วนที่สำคัญออกจากส่วนที่ไม่มีความสำคัญ
5. ประเมินค่า (Evaluate) หมายถึง ตัดสินใจบนพื้นฐานของเกณฑ์และมาตรฐานการประเมินที่กำหนดไว้	การคิดขั้นสูง	<ul style="list-style-type: none"> - การตรวจสอบ (Checking) เป็นการตรวจสอบความไม่สอดคล้องกันภายในหรือความคิดที่ไม่ถูกต้องในการดำเนินการ หรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น - การวิพากษ์ (Critiquing) เป็นการพิจารณาหรือตัดสินใจบนพื้นฐานของเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดไว้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

กระบวนการทางพุทธิปัญญา	ระดับการคิด	ทักษะการคิด
<p>6. สร้าง (Create) หมายถึง การนำส่วนต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อสร้างสิ่งใหม่หรือสามารถจดจำส่วนประกอบของโครงสร้างไม่ได้</p> <p>- การวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนการหรือกำหนดกระบวนการทำงานเพื่อบรรลุผลสำเร็จ</p> <p>- การผลิต (Producing) เป็นการสร้างสิ่งหรือองค์ความรู้ใหม่</p>	การคิดขั้นสูง	- การสร้าง (Generating) เป็นการกำหนดสมมติฐานทางเลือกโดยมีพื้นฐานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

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

Bloom (1956, p. 89) ได้นำเสนอแนวคิดในการจัดประเภทของความรู้ (Bloom's Cognitive Taxonomy) ซึ่งได้อธิบายถึงระดับของการคิดหรือกระบวนการทางพุทธิปัญญาไว้ 6 ระดับ โดยได้อธิบายรายละเอียดของระดับของการคิดหรือกระบวนการทางพุทธิปัญญาแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจนโดยจัดเรียงระดับที่ง่ายที่สุดไปยังระดับที่ซับซ้อนมากที่สุด ทั้งนี้ ได้มีการดัดแปลงและนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทที่มีความแตกต่างอย่างหลากหลายและกว้างขวาง ซึ่งในการจัดแบ่งประเภทของความรู้ Bloom ได้ระบุถึงระดับในการคิดในชั้นการประยุกต์ใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) ว่าเป็นความคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 กระบวนการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของ Bloom (Bloom's Taxonomy)

กระบวนการทางพุทธิปัญญา	ระดับความคิด	ทักษะการคิด
1. ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการ ระลึกถึงสิ่งที่มี ความหมายเชิงรูปธรรมและ สัญลักษณ์	การคิดขั้นพื้นฐาน	การแสดงรายละเอียด การกำหนด การนิยาม การระบุ การแสดง การจดจำการระลึกได้การบอกกล่าว
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถทางปัญญา ในการจับใจความสำคัญของเรื่องแล้วแปลหรือย่อขยายให้ผู้อื่นเข้าใจ	การคิดขั้นพื้นฐาน	การสรุปความ การอธิบาย การแสดงเป็นคำพูดการแปลความ การบรรยาย การเปรียบเทียบการถอดความ การเปรียบเทียบความแตกต่างการให้เหตุผล การทำให้เห็นภาพ การค้นพบ สารสนเทศ การชี้แจง
3. การประยุกต์ใช้ (Application) เป็นความสามารถ ในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ทฤษฎีต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	การคิดขั้นสูง	การแก้ปัญหา การยกตัวอย่าง การคาดคะเนการใช้ การแปลความ การบรรยาย การปรับเปลี่ยนการประยุกต์ การจัดกลุ่ม การปรับปรุง การปฏิบัติ
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย	การคิดขั้นสูง	การวิเคราะห์ การจัดระบบข้อมูล การเลือกการเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบต่าง การจำแนกแยกแยะ การคาดคะเน
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถ ในการรวบรวมเรื่องราว องค์ประกอบต่าง ๆ หรือ ผสมผสาน องค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่	การคิดขั้นสูง	การออกแบบ การตั้งสมมติฐาน การสังเคราะห์การเขียน การรายงาน การอภิปราย การวางแผนการเปรียบเทียบ การหาแบบแผน การประดิษฐ์การสร้าง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

กระบวนการทางพุทธิปัญญา	ระดับ ความคิด	ทักษะการคิด
6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัย ตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐาน	การคิดขั้นสูง	การประเมิน การเลือก การตีค่า การคาดคะเน การโต้แย้ง การวิพากษ์ การให้เหตุผล

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. by Bloom, B. S. (1956). New York: David McKay.

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะการคิดขั้นสูง สรุปได้ว่าการคิดขั้นสูงเป็นการคิดที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อน ลึกซึ้ง และมีขั้นตอนการคิดหลายขั้นตอน โดยอย่างน้อยมีขั้นตอนการคิดตั้งแต่ 2 ขั้นตอนขึ้นไป ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยความคิดทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ 1. การคิดวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเป้าหมายเป็นหลักองค์ประกอบของการคิด วิจัยญาณ แบ่งออกได้ 5 ประการ (Watson and Gallery, 1980, อ้างถึงใน Bloom, 1956, p. 89) ดังนี้ 1) การสรุปอ้างอิง 2) การยอมรับข้อสรุป 3) การใช้เหตุผลแบบอนุมาน 4) การประเมินข้อโต้แย้ง 5) การตีความหมาย 2. การคิดสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึงความสามารถในการคิดที่ดัดองค์ประกอบต่าง ๆ มาหลอมรวมกันภายใต้โครงสร้างใหม่อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างไปจากเดิม แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การคิดสังเคราะห์เพื่อสร้างสิ่งใหม่ 2) การคิดสังเคราะห์เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้น คือ 1) กำหนดหัวข้อเรื่องและจุดประสงค์ 2) จัดเตรียมปัจจัยและองค์ประกอบ 3) สังเคราะห์ปัจจัยและองค์ประกอบ 4) ตรวจสอบและประเมินผล 5) นำผลการสังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ 3. การคิดประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การพิจารณาสิ่งหนึ่งสิ่งใดในลักษณะต่างๆ แล้วตีค่าเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ การคิดประเมินค่าประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น คือ 1) ระบุเป้าหมายในการประเมิน 2) กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน 3) รวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูล 5) การตีค่าหรือประเมินผล และ 6) ตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรต่อไป

2.5.3 ประเภทของการคิดขั้นสูง

นักทฤษฎีและนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของการคิดขั้นสูงไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

Susan (2010, p. 181) ได้จำแนกประเภทของทักษะการคิดขั้นสูงไว้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ประเมินค่าและการสร้างสรรค์ (Analysis, Evaluation and Creativity)

2. การคิดให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logical Reasoning)
3. การตัดสินคุณค่าและการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (Judgment and Critical Thinking)
4. การแก้ปัญหา (Problem solving)
5. การสร้างสรรค์และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity and Creative Thinking)

Bloom (1999, pp. 234-237) เป็นแบ่งระดับความคิด 6 ระดับ จากระดับที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน ไปสู่ระดับที่มีความซับซ้อน ระดับความคิดในระดับที่ 1 ถึง 3 เป็นความคิดที่ง่าย ๆ จัดว่าเป็นความคิดขั้นพื้นฐาน ส่วนความคิดในระดับที่ 4 ถึง 6 เป็นความคิดในระดับซับซ้อน จัดว่าเป็นความคิดขั้นสูง ซึ่งการคิดขั้นสูงได้แก่การคิดต่าง ๆ ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ เป็นการกระทำกับข้อมูลที่ซับซ้อนให้แยกออกเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ และสามารถพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น
2. การสังเคราะห์ เป็นการนำกลุ่มองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สามารถจะนำมาสัมพันธ์กันหรือเกี่ยวข้องกันมารวมกัน แล้วสร้างบางสิ่งบางอย่างขึ้นใหม่ที่มีความซับซ้อนกว่าเดิม
3. การประเมินค่า เป็นการตัดสินบางอย่างจากมาตรฐานคุณภาพ

Anderson and Krathwohl (2001, pp. 66-68) และ Reilly and Oermann (1999, pp. 123-124) ได้มีการปรับปรุงทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom เพื่อที่จะเป็นเครื่องมือให้ครูผู้สอนออกแบบการสอนได้มีประสิทธิภาพและมีความทันสมัยเป็นประโยชน์ต่อครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยความสามารถที่ซับซ้อนจากน้อยไปหามาก ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. การจำ (Remembering) เป็นการกู่เอาความรู้ที่ได้มาจากความจำระยะยาว ไม่ว่าจะเป็นความรู้เชิงข้อเท็จจริง ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงวิธีดำเนินการ และความรู้เชิงอภิमान ประกอบด้วย การจดจำได้ (เช่น การจับคู่โยงคำศัพท์ระหว่าง 2 ภาษา) และการระลึกได้ (สามารถเขียนคำศัพท์ที่เหมือนกันใน 2 ภาษาได้) ความรู้จากการจำสำคัญต่อการสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมายและการแก้ไขปัญหา ด้านการจดจำนั้นจะเป็นความรู้แบบที่กระจัดกระจาย และมักไม่เข้ากับบริบทของนักเรียน สามารถแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1.1 การจำได้ (Recognizing) คือ การนำเอาข้อมูลที่มีอยู่ในความจำระยะยาวมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้มาในปัจจุบัน เช่น การทำแบบฝึกหัดแบบเลือกถูกผิดหรือการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

- 1.2 การระลึกได้ (Recalling) คือ การนำเอาข้อมูลที่มีอยู่ในความจำระยะยาวมาใช้ งาน เช่น การตอบคำถามปลายเปิดหรือการเติมคำในช่องว่าง

2. ความเข้าใจ (Understanding) นักเรียนสามารถเข้าใจได้โดยการรู้ความหมายของสิ่งที่เรียนมา ไม่ว่าจะเป็นจากการอ่าน การฟัง หรือแม้กระทั่งการดู เกิดการนำเอาข้อมูลที่ได้มาใหม่มาเชื่อมกับข้อมูลที่มีอยู่ก่อน หรือนำมารวมกัน สามารถแบ่งออกเป็น 7 องค์ประกอบ ได้แก่

2.1 การแปลความหมาย (Interpreting) คือ การที่เรียนสามารถแปลความหมายจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งได้ อาจจะเป็นจากคำศัพท์หนึ่งไปสู่อีกคำศัพท์หนึ่ง หรือจากรูปภาพสู่คำศัพท์ หรือคำศัพท์ไปสู่รูปภาพ เช่น การถอดความที่ใครบางคนพูดไว้ หรือในการแก้สมการ

2.2 การให้ตัวอย่าง (Exemplifying) นักเรียนสามารถให้ตัวอย่างหรือหลักการประกอบได้ เช่น การทดสอบโดยให้ยกตัวอย่างสิ่งของที่มีลักษณะต่าง ๆ ชนิดของสิ่งของต่าง ๆ

2.3 การจัดกลุ่ม (Classifying) นักเรียนสามารถแยกสิ่งของต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ได้ เช่น แยกของอาการป่วยทางสมองหรือชนิดของสัตว์ ที่อยู่ในประเภทเดียวกัน การทดสอบอาจจะเป็นในเรื่อง ข้อใดไม่เข้าพวก

2.4 การสรุป (Summarizing) คือ การสรุปความจากข้อมูล หรือหัวข้อใหญ่ ๆ เช่น การเขียนเรื่องย่อของการปฏิวัติในฝรั่งเศส

2.5 การอนุมานหรือการสรุปอ้างอิง (Inferring) คือ การที่นักเรียนสามารถนำเอาข้อมูลหรือหลักการมาพิจารณาหาความน่าจะเป็นได้ เช่น นักเรียนสามารถนำหลักการในไวยากรณ์จากตัวอย่างที่ให้มาได้ หรือการคาดเดาเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อจากเหตุการณ์ที่ได้ให้ไว้

2.6 การเปรียบเทียบ (Comparing) นักเรียนสามารถหาข้อความเหมือนและความต่างของสิ่งของสองสิ่งขึ้นไปได้ เช่นการเปรียบเทียบเรื่องการปฏิวัติกับการทะเลาะเบาะแว้งกันในครอบครัว

2.7 การอธิบาย (Explaining) นักเรียนสามารถหาเหตุและผลได้ เช่นการหาเหตุผลว่าทำไมจึงเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้น เช่น ทำไมจึงเกิดฟ้าแลบ

3. การประยุกต์ใช้ (Applying) เป็นการใช้ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เชิงวิธีดำเนินการ ใช้เมื่อนักเรียนพบกับปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและจำเป็นต้องคิดหาขั้นตอนในการแก้ไขต้องคาดว่าจะใช้ความรู้ในด้านใดประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้สองทางคือ การกระทำและการดำเนินการ สามารถแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

3.1 การกระทำ (Executing) ตามวิธีดำเนินงานไปที่ละคำสั่งที่คุ้นเคยหรือตามการหน้าที่ในการกระทำ นักเรียนสามารถกระทำได้ทันทีหากเจอกับปัญหาที่คุ้นเคย โดยส่วนใหญ่จะใช้ความชำนาญในการแก้ไขปัญหา

3.2 การดำเนินงาน (Implementing) การดำเนินงานให้เกิดผลในสถานการณ์ที่แปลกใหม่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเลือกใช้ขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเพราะไม่รู้ขั้นตอน

ที่ถูกต้องโดยทันที ซึ่งอาจจะไม่มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เช่นการคิดค้นทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเริ่มต้นขึ้นจากการกระทำ จากนั้นจึงเกิดการประยุกต์ใช้และการดำเนินงาน

4. วิเคราะห์ (Analyze) เป็นความสามารถแจกแจง แยกส่วนองค์ประกอบขององค์กร หรือวัตถุออกเป็นส่วนย่อย และตรวจสอบได้ว่าแต่ละส่วนเกี่ยวข้องกันอย่างไร และแต่ละส่วนนั้นเกี่ยวข้องกับโครงสร้างใหญ่อย่างไร ประกอบด้วยการจำแนกแยกแยะ การแยกจำนวน แยกย่อยได้ (Differentiating) การจัดระบบได้ การจัดองค์กรได้ (Organizing) และการให้ความเห็น ให้เหตุผลได้ (Attributing) เป้าหมายส่วนใหญ่ในการศึกษาคือ นักเรียนสามารถแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น สนับสนุนข้อสรุปด้วยข้อความขยาย แยกสิ่งที่เกี่ยวข้องออกจากสิ่งแปลกปลอม เชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกัน ทำให้สมมติฐานมีน้ำหนักขึ้น แยกความคิดหลักและรองในงานเขียนต่าง ๆ ได้ หาหลักฐานที่ช่วยสนับสนุนจุดประสงค์ของผู้เขียนได้ สามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

4.1 การจำแนกแยกแยะ การแยกจำนวน แยกย่อยได้ (Differentiating) สามารถแยกแยะความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้ นักเรียนจะใช้เมื่อต้องการที่จะเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หรือสำคัญ และละข้อมูลที่เหลือไว้ แตกต่างกับความเข้าใจตรงที่ต้องสามารถบอกได้ว่าข้อมูลส่วนน้อยนี้สัมพันธ์กับข้อมูลส่วนที่เหลืออย่างไร เช่น การหาเฉพาะจุดที่สำคัญในงานวิจัยฉบับหนึ่ง

4.2 การจัดระบบได้ การจัดองค์กรได้ (Organizing) เป็นการที่นักเรียนสามารถที่จะรวมทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารสถานการณ์ หรือการระลึกได้มาไว้ในโครงสร้างเดียวกัน โดยส่วนใหญ่มักจะไปปนอยู่ในกระบวนการแยกย่อย (Differentiating) โดยเมื่อนักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง นักเรียนสามารถที่จะระบุความสัมพันธ์กันระหว่างส่วนต่าง ๆ ได้เช่นข้อเท็จจริงในข้อใดที่ทำให้เกิดสงครามกลางเมืองในอเมริกา และข้อใดไม่ใช่

4.3 การให้ความเห็น ให้เหตุผลได้ (Attributing) เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถแสดงให้เห็นถึงความคิดเห็น หรือจุดประสงค์ที่มากับการสื่อสารต่าง ๆ ได้ ต่างกับการแปลตรงที่ว่าในการทำแปลนักเรียนเพียงแต่ทำความเข้าใจเท่านั้น แต่การให้เหตุผลนั้น มองไปที่จุดประสงค์หลักที่ผู้เขียนต้องการที่จะสื่อออกมา เช่น การอ่านนิยายนักเรียนสามารถที่จะบอกได้ว่าแรงจูงใจในการเขียนนิยายเรื่องดังกล่าวของผู้เขียนคืออะไร

5. การประเมินค่า (Evaluating) เป็นการตัดสินหรือโดยใช้กฎเกณฑ์ หรือมาตรฐาน บางอย่างส่วนใหญ่จะดูที่คุณภาพประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอ อาจจะทำโดยนักเรียนเองหรือบุคคลอื่นแต่จำเป็นที่จะต้องมึมาตรฐานที่แน่นอน ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบ (Checking) และการวิพากษ์ (Critiquing) สามารถแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

5.1 การตรวจสอบ (Checking) ตรวจสอบถึงความสม่ำเสมอในการดำเนินการโดยเป็นการตรวจสอบว่าเป็นไปตามแผนการหรือไม่ เช่น การตรวจสอบดูว่าข้อความเชิญชวนนั้น ๆ มีความสม่ำเสมอในการเขียนหรือไม่ หรือการให้นักเรียนได้ดูเทปการหาเสียงและดูว่ามีช่องโหว่ตรงไหนหรือไม่

5.2 การวิพากษ์ (Critiquing) การตัดสินผล หรือ การดำเนินงานโดยมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง โดยการดูที่ข้อดีและข้อเสียของเนื้อความนั้น ๆ เช่น การที่มีผู้ที่เสนอว่าควรจะเลิกระบบการคิดเกรดออกกว่ามีข้อดีข้อเสียอย่างไร หรือดูว่าข้อสันนิษฐานต่าง ๆ นั้นเป็นไปได้ไหม

6. การสร้าง (Creating) เป็นการรวมสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันโดยเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาก่อน โดยเกี่ยวเนื่องกับประสบการณ์การเรียนรู้ที่นักเรียนได้มีมาก่อน โดยต้องสามารถแยกแยะระหว่าง โดยอาจจะต้องมีการนำเอา ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์มาใช้ด้วย สามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

6.1 การสร้างสรรค์ (Generating) การระบุปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขโดยการใช้ความรู้ที่มีอยู่หรือทฤษฎีต่าง ๆ กัน นักเรียนจะฝึกโดยการพยายามหาทางเลือกในการแก้ไขโจทย์ที่ใหม่ เช่น ปัญหาสังคมในกรณีนี้ มีวิธีแก้ไขอย่างไรบ้าง

6.2 การวางแผน (Planning) การวางแผนการในการแก้ไขปัญหา โดยการทำเป็นขั้นตอน ซึ่งอาจจะมีเป้าหมายรองหลายเป้าหมายในระหว่างขั้นตอนได้ เช่น การวางแผนการทำงานวิจัยขั้นหนึ่ง

6.3 การผลิต (Producing) การปฏิบัติตามแผนงานที่ได้วางไว้ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการสร้าง เช่นเมื่อนักเรียนมีเป้าหมายแล้วก็ให้ผลิตผลผลิตที่ตอบสนองต่อวิธีการที่คิดไว้ข้างต้น เช่น การเขียนเรียงความไปขอทุนต้องเขียนให้ได้ถึงตามระดับที่เขาได้กำหนดไว้แต่แรกกระบวนการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการไม่ใช่บริบทเป็นฐาน

Krulik and Rudnick (1993, p. 78) กล่าวว่า การคิดประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ที่มีลักษณะความสามารถหรือทักษะตามลำดับขั้นจากต่ำไปสูง คือ

1. การคิดในระดับการระลึก (Recall Thinking) จะรวมทักษะการคิดที่มีธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง

2. การคิดพื้นฐาน (Basic Thinking) เป็นความเข้าใจความคิดรวบยอดอันเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และในโรงเรียน

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หรือการคิดเชิงวิพากษ์เป็นความคิดที่ใช้ในการพิจารณาเชื่อมโยง และประเมินลักษณะทั้งหมดของแนวทางแก้ปัญหาประกอบด้วยทักษะย่อย ได้แก่ การมุ่งเน้นไปในส่วนของข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์ที่เผชิญอยู่

การตรวจสอบความถูกต้องและวิเคราะห์ข้อมูล การจำ และการเชื่อมโยงข้อมูลที่เพิ่งได้รับการเรียนรู้

4. การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความคิดที่เป็นต้นฉบับที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ซับซ้อน ความคิดในระดับนี้เป็นสิ่งที่ประดิษฐ์ที่คิด หรือจินตนาการขึ้นเอง ประกอบด้วยทักษะย่อย ได้แก่ การสังเคราะห์ความคิด การสร้างความคิด และการนำความคิดไปใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของการคิดใหม่ที่สร้างขึ้น

Marzano, et al. (1988, p. 88) แบ่งการคิดขั้นสูง เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ทักษะการจัดระบบข้อมูล (Organizing) เป็นการจัดระบบข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ ประกอบด้วย การเปรียบเทียบ การบอกความเหมือนและความแตกต่างระหว่างหรือในกลุ่มต่าง ๆ การจัดประเภท การจัดกลุ่มและให้ชื่อสิ่งต่าง ๆ บนพื้นฐานของคุณลักษณะของสิ่งนั้น และการนำเสนอที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบแต่ไม่เปลี่ยนแปลงส่วนประกอบข้อมูล

2. ทักษะการวิเคราะห์ (Analyzing) เป็นการทำข้อมูลที่มีอยู่ให้กระจ่างขึ้นโดยการตรวจสอบส่วนย่อย ๆ และตรวจสอบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของข้อมูล ได้แก่ การระบุคุณลักษณะหรือส่วนประกอบต่าง ๆ การระบุความสัมพันธ์หรือรูปแบบ การระบุความคิดหลักหรือองค์ประกอบหลัก และการระบุข้อผิดพลาดหรือเหตุผลที่ไม่ถูกต้อง

3. ทักษะการสร้างกรอบความคิด (Generating) เป็นการสร้างข้อมูลความหมายหรือความคิดใหม่ ประกอบด้วย การลงสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผล การคาดคะเนเหตุการณ์ และการอธิบาย หรือขยายความถึงผลที่จะตามมาจากเหตุการณ์นั้น

4. ทักษะการผสมผสาน (Integrating) เป็นการเชื่อมโยงและผสมผสานข้อมูลเพื่อสร้างโครงสร้างใหม่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลที่มีอยู่ไปสู่ข้อมูลใหม่ที่ผนวกไว้ด้วยกัน

5. ทักษะการประเมิน (Evaluating) เป็นการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลและคุณภาพของความคิด ได้แก่ การระบุเกณฑ์ หรือการกำหนดมาตรฐานที่จะใช้ในการตัดสิน และการยืนยัน หรือตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

Quellmalz (1987, pp. 87-91) ได้แบ่งการคิดขั้นสูงเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การวิเคราะห์ เป็นการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างภาพรวมและองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ และเข้าใจว่าสิ่งต่าง ๆ ทำงานอย่างไร

2. การเปรียบเทียบ เป็นการอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ เหมือน และต่างกันอย่างไร การเปรียบเทียบอาจจะเป็นได้อย่างง่าย ๆ หรือซับซ้อน การเปรียบเทียบที่ซับซ้อนต้องมีการตรวจสอบกลุ่มของคุณลักษณะที่จะนำมาเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป การเปรียบเทียบจะเริ่มจากการหาความสัมพันธ์ของส่วนรวมและส่วนย่อยในการวิเคราะห์ก่อน จากนั้นจึงนำไปสู่การเปรียบเทียบ

3. การสรุปอ้างอิง เป็นการลงสรุปเหตุการณ์ ข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้เหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย การใช้เหตุผลนิรนัยเป็นการใช้หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปที่มีอยู่ไปลงสรุปหรืออธิบาย หลักฐานที่เกิดขึ้น ส่วนการใช้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้หลักฐาน รายละเอียดต่าง ๆ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ บูรณาการข้อมูล เพื่อลงข้อสรุปทั่วไป

4. การประเมิน เป็นการตัดสินใจอย่างมีคุณภาพ เชื่อถือได้ มีคุณค่า หรือปฏิบัติจริง โดยใช้เกณฑ์ที่มีอยู่

จากการศึกษาประเภทของการคิดขั้นสูง ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการคิดขั้นสูงโดยอาศัย จุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Taxonomy of Educational Objective) ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom (Bloom's Taxonomy) แบ่งออก 3 ชั้น ได้แก่ 1) วิเคราะห์ (Analyze) เป็นความสามารถ แยกแยะ แยกส่วนองค์ประกอบขององค์กรหรือวัตถุออกเป็นส่วนย่อย และตรวจสอบได้ว่าแต่ละส่วน เกี่ยวข้องกันอย่างไร และแต่ละส่วนนั้นเกี่ยวข้องกับโครงสร้างใหญ่อย่างไร ประกอบด้วย การจำแนก แยกแยะ การแยกจำนวน แยกย่อยได้ (Differentiating) การจัดระบบได้ การจัดองค์การได้ (Organizing) และการให้ความเห็น ให้เหตุผลได้ (Attributing) เป้าหมายส่วนใหญ่ในการศึกษาคือ นักเรียนสามารถแยกแยะข้อเท็จจริงออกจาก ความคิดเห็น สนับสนุนข้อสรุปด้วยข้อความขยาย แยกสิ่งที่เกี่ยวข้องออกจากสิ่งแปลกปลอม เชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกัน ทำให้สมมติฐานมีน้ำหนักขึ้น แยกความคิดหลักและรองในงานเขียนต่าง ๆ ได้ หาหลักฐานที่ช่วยสนับสนุนจุดประสงค์ของผู้เขียนได้ 2) การประเมินค่า (Evaluating) เป็นการตัดสินใจโดยใช้กฎเกณฑ์ หรือมาตรฐานบางอย่างส่วนใหญ่ จะดูที่คุณภาพประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอ อาจจะโดยนักเรียนเองหรือบุคคลอื่นแต่จำเป็นที่ จะต้องมีความรู้ที่แน่นอน ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบ (Checking) และการวิพากษ์ (Critiquing) และ 3) การสร้าง (Creating) เป็นการรวมสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องเป็น อันหนึ่งอันเดียวกันโดยเป็นสิ่งที่ไม่มีมาก่อน โดยเกี่ยวเนื่องกับประสบการณ์การเรียนรู้ที่นักเรียนได้ มีมาก่อน โดยต้องสามารถแยกแยะระหว่าง โดยอาจจะต้องมีการนำเอา ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์มาใช้ด้วย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวข้องในประเทศ

ดอกคุณ วงศ์วรรณวัฒนา (2563, น. 429-447) ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยร่วมกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 57 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 380 จาก 16 โรงเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ คู่มือการใช้รูปแบบแบบทดสอบวัดกระบวนการคิดขั้นสูง และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนก และค่าสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า สภาพการจัดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง และรูปแบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการเรียนการสอน 4) การวัดและประเมินผล 5) บรรยากาศการเรียนรู้ 6) บทบาทของครูผู้สอน และ 7) บทบาทของนักเรียน และผลการทดลองใช้รูปแบบพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยกระบวนการคิดขั้นสูงของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้รูปแบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

แวฮาชัน แวะหะมะ (2562, น. 32-41) ศึกษา รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน และศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการสอนสดสู่การบันทึกการสอนบนพื้นฐานเฟซบุ๊กที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชา การสร้างเว็บเพจเพื่อการประเมินผลทางการศึกษา ในปีการศึกษา 2/2560 ทั้งหมด 26 คน โดย การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือในการวิจัยนี้เป็นแบบสอบถาม และ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการ และการวิเคราะห์เครือข่ายใจความสำคัญสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการสอนสดสู่การบันทึกการสอนบนพื้นฐานเฟซบุ๊กที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 ประการ ได้แก่

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการสอนสดสู่การบันทึกการสอนบนพื้นฐานเฟซบุ๊กที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจต่อรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการสอนสดสู่การบันทึกการสอนบนพื้นฐานเฟซบุ๊กที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมากที่สุด และ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมากที่สุด

กรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมีพลัด (2560, น. 108-126) ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ผ่านห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ชั้นปีที่ 4 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 36 คน ผู้ชาย 17 คน และผู้หญิง 19 คนโดยใช้การสุ่มอย่างง่ายแบบวิธีการจับสลาก จากนักศึกษา จำนวน 72 คน และเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน รายวิชาเทคโนโลยีมีลตมีเดีย แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom และผลการวิจัยพบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อที่พัฒนาจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .90 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเชื่อมั่นสูง และจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก

จเร ลวนางกูร (2558, น. 369-380) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองสำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาซึ่งแบ่งการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูล แนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัย เพื่อนำมาใช้ในการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ ขั้นตอนที่ 3 นำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ วัดก่อนและหลังการทดลองกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดขั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย หลักการ วัดดูประสงค์ขั้นตอนการเรียนการสอน และผลลัพธ์ของรูปแบบ และผลการประเมิน

ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดขั้นสูง สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดขั้นสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทิวานนท์ ชุมแวงวาปี และลัดดา ศิลาน้อย (2558, น. 7-14) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในการวิจัยที่ใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการปฏิบัติการคือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับด้านจำนวน 9 แผน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 9 ชั่วโมง เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติการได้แก่ แบบบันทึกการสอนประจำวันของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูโดยผู้ช่วยผู้วิจัย แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร และเครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติการ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

อาลาวิยะ สะอะ (2558, น. 64-72) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA จำนวน 12 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent Group) ซึ่งดำเนินการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (One Group Pretest-Posttest Design) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก

2.6.2 งานวิจัยเกี่ยวข้องต่างประเทศ

Bokosmaty, et al. (2019, pp. 629-639) ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการสนทนาระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยมีครูผู้สอนคอยอธิบายและสรุปร่วมกัน เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และเพื่อเก็บข้อมูลนักเรียนในรูปแบบการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับปริญญาตรีหลักสูตรเคมีชั้นปีที่ 1 จากมหาวิทยาลัย 3 แห่ง ที่ลงทะเบียนจำนวน 3 รายวิชา ได้แก่ วิชาพื้นฐานเคมี (CHEM1001) จำนวน 603 คน วิชาหลักเคมี (CHEM1101) จำนวน 867 คน และวิชาเคมีขั้นสูง จำนวน 208 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ Partially Flipped Learning Model วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Average Analysis) และการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation Analysis, S.D.) ผลการวิจัยพบว่าการสอนแบบ Partially Flipped Learning Model มีประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนแบบดั้งเดิมและมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างรูปแบบการเรียนรู้ Partially Flipped Learning Model และผลการประเมินของหลักสูตรเป็นไปในเชิงบวก

Sirakaya and Ozdemir (2018, pp. 76-91) ศึกษาผลกระทบของรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน วัตถุประสงค์เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองและแรงจูงใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนจำนวนทั้งหมด 66 คน ที่เข้าร่วมหลักสูตร "วิธีการวิจัยทางวิทยาศาสตร์" และกำลังศึกษาอยู่ในสองชั้นที่แตกต่างกันในคณะศึกษาศาสตร์ที่ Ahi Evran University ในเทอมฤดูใบไม้ร่วงของปีการศึกษา 2557-2558 ชั้นหนึ่งถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองและอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบวัดความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองและแบบทดสอบการวัดแรงจูงใจ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ ได้แก่ การทดสอบ t-MANOVA และ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่าการศึกษาผลกระทบของรูปแบบห้องเรียนกลับด้านมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแรงจูงใจและการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการทดลองและกลุ่มควบคุมในด้านความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

Bagarukayo, et al. (2016, pp. 128-140) ได้ศึกษาการใช้ทฤษฎีกิจกรรมบน Facebook ช่วยให้พัฒนาทักษะการประยุกต์ความรู้ โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการที่ Facebook ช่วยให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้จากการเรียนบรรยายไปยังการทำงานได้อย่างไร และประโยชน์ของทฤษฎีกิจกรรมที่ใช้เป็นสิ่งที่ใช้วิเคราะห์ว่านักเรียนโต้ตอบกับ Facebook เพื่อพัฒนาทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างไร ซึ่งได้มีการทบทวนวิธีการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อระบุช่องว่างจุดแข็งและประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ของ Facebook โดยใช้กิจกรรมซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมที่เป็นประโยชน์สำหรับการถ่ายโอนและการประยุกต์ความรู้ในบริษัทใหม่ ๆ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ 2 และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ Knowledge Application Methods and Frameworks Assessing Facebook Affordances และใช้ Facebook to Develop Knowledge Application (KA) Skills ผลการวิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมบน Facebook ช่วยพัฒนาทักษะการประยุกต์ความรู้ ซึ่งสัมพันธ์ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky ที่กล่าวว่ากระบวนการทางสังคมและการประยุกต์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมบน Facebook ช่วยให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจการเรียนรู้ผ่านการโต้ตอบระหว่างเครื่องมือที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ควรมุ่งเน้นไปทำงานที่เกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตจริงผ่านการอภิปรายแบบประสานเวลา ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้เทคโนโลยีที่มีความเป็นอิสระและเป็นสื่อกลางที่มีผลกระทบต่อการเรียนรู้และทักษะการประยุกต์ความรู้ของนักศึกษา

Robert, et al. (2016, pp. 1993-1998) ศึกษาการใช้ห้องเรียนกลับด้านแบบการสอน PLTL ในวิชาเคมีทั่วไป โดยมีวัตถุประสงค์คือการศึกษาการเปลี่ยนวิธีการสอนแบบเนื้อหาการบรรยาย เป็นการเรียนรู้นอกห้องเรียนเพิ่มมากขึ้น โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ Active Learning เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนและครูได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 254 คน ที่เรียนอยู่ระดับปริญญาตรี ปีที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ การสอนแบบ “Flipped PLTL” โดยใช้วิดีโอสอนในห้องเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Average Analysis) และการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation Analysis, S.D.) ผลการวิจัยพบว่าห้องเรียนที่ใช้การสอนแบบ Flipped PLTL มีประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนแบบดั้งเดิมและมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างรูปแบบการเรียน Flipped PLTL และผลการประเมินของนักเรียนในชั้นเรียน

Schultz, et al. (2014, pp. 1334-1339) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อผลการเรียนของนักเรียนโรงเรียนมัธยมวิชาเคมีชั้นสูง และผลการรับรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม (Traditional Teaching Methods) และกลุ่มทดลอง ซึ่งใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การประเมินและการวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive) และการทดสอบด้วยสถิติ t-test Independent ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการประเมินผลนักเรียนทุกคนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งหมด นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจดีขึ้นเมื่อเรียนด้วยการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เนื่องจากในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านซึ่งนักเรียนสามารถหยุด-ย้อนกลับ และทบทวนการบรรยาย เพิ่มความสามารถในการเรียนรู้เป็นรายบุคคลและครูมีความพร้อมช่วยเหลือนักเรียนมากขึ้น

Pierce, et al. (2012, pp. 1-6) ศึกษาเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่สอนผ่าน Vodcasts (Video Podcasts) ซึ่งเป็นสื่อมัลติมีเดียอย่างหนึ่งที่ทำในรูปแบบวิดีโอ กับกลุ่มนักศึกษาเภสัชศาสตร์จำนวน 71 คน แบ่งเป็นผู้ชาย 30 คน และผู้หญิง 41 คน เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือในการวิจัย คือ การจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบจะใช้ผู้สอนคนเดียวกันและข้อสอบปลายภาคฉบับเดียวกัน ที่เป็นแบบปรนัยเลือกตอบจำนวน 16 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วน 5 ระดับของ Likert มีข้อความจำนวน 10 ข้อ พบว่านักเรียนร้อยละ 90 เห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้ และระบุว่าการเรียนลักษณะนี้ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ได้เชื่อมโยงความรู้ระหว่างหัวข้อใน Vodcasts กับกิจกรรมในชั้นเรียน ขณะที่นักเรียนร้อยละ 80 เห็นด้วยว่าการเรียนด้วย Vodcasts ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการทำข้อสอบปลายภาค

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นวิธีการเรียนแบบกลับด้านแตกต่างจากแนวคิดของการเรียนแบบเดิมที่ต้องเรียนเนื้อหาที่โรงเรียนและนำงานกลับไปทำต่อที่บ้าน แต่ห้องเรียนกลับด้านนั้นจะให้นักเรียนเรียนเนื้อหาที่บ้านด้วยตนเอง แล้วนำงานหรือประสบการณ์ที่ได้รับมาทำการเรียนรู้เพิ่มเติมที่โรงเรียน ร่วมกันกับเพื่อนโดยครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำชี้แจงในประเด็นคำตอบที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น เนื่องจากในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านนักเรียนสามารถหยุด-ย้อนกลับ และทบทวนการบรรยายได้ ทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้ดี

2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดที่เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง รวม 42 คน ได้มาโดยแบ่งเป็นนักเรียนชาย 11 คน นักเรียนหญิง 31 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในชั้นที่ผู้วิจัยทำการสอน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผน รวมทั้งหมด 14 คาบ

3.2.2 แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ และอัตนัย จำนวน 9 ข้อ

3.2.3 แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยประกอบด้วย คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงแก้ไข 2560) ในด้านวิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ โครงสร้าง การจัดการหลักสูตร การจัดการเวลาเรียน การจัดการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

3.3.1.2 ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดหลักสูตรของโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงแก้ไข 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษาโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ โครงสร้างของเวลา ขอบข่ายด้านเนื้อหา และผลการเรียนรู้ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง เคมีไฟฟ้า

3.3.1.3 ศึกษาวิธีการ หลักการ หลักทฤษฎี และเทคนิคการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยนำขึ้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

3.3.1.4 วิเคราะห์เนื้อหา และผลการเรียนรู้ วิชาเคมี จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม โดยกำหนดเนื้อหา เรื่อง เคมีไฟฟ้า ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน จำนวน 9 แผน 14 คาบ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
แผนการเรียนรู้ที่ 54 เลขออกซิเดชัน	1. ระบุเลขออกซิเดชันของธาตุต่าง ๆ ได้ 2. คำนวณ ตรวจสอบค่าเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบหรือไอออนได้	1
แผนการเรียนรู้ที่ 55 ปฏิกิริยารีดอกซ์	1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ได้ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดซ์ได้ 2. เขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ได้	2
แผนการเรียนรู้ที่ 56 การทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ	1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ได้ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดซ์ได้ 2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะและไอออนในสารละลายได้	1
แผนการเรียนรู้ที่ 57 ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดซ์	1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ได้ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดซ์ได้ 2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะและไอออนในสารละลายได้	2
แผนการเรียนรู้ที่ 58 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน	1. อธิบายหลักการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน 2. ดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันได้	1
แผนการเรียนรู้ที่ 59 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา	1. อธิบายหลักการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาได้ 2. ดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาได้	2

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
แผนการเรียนรู้ที่ 60 องค์ประกอบของ เซลล์ไฟฟ้าเคมี	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า เขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ ระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยา เคมีที่เกิดขึ้น และทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอน อิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้ 	2
แผนการเรียนรู้ที่ 61 ประเภทของเซลล์ กัลวานิก	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายหลักการทำงานปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและ เซลล์ทุติยภูมิ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ ทุติยภูมิ 	1
แผนการเรียนรู้ที่ 62 เซลล์อิเล็กโทรไลติก	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายหลักการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การทำ โลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ทำการทดลองเพื่อศึกษาการแยกสารละลายด้วย กระแสไฟฟ้าได้ ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทาง วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และปฏิบัติตามขั้นตอนการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง อธิบายหลักการชุบด้วยไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดย ใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติก ทำการทดลองเพื่อศึกษาการชุบตะปูเหล็กด้วยสังกะสีได้ ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง 	2
รวมเวลา		14

*หมายเหตุ 1 คาบ ใช้เวลา 50 นาที

3.3.1.5 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วย
รูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 9 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1. มาตรฐาน/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้
2. สาระสำคัญ
3. สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)
4. สมรรถนะของผู้เรียน
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรม หรือสถานการณ์
เรียนที่บ้าน (Out Class Activities)	
1. ขั้นสร้างความสนใจ - ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนรู้อย่างมาแล้ว	- ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ - เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม
2. ขั้นนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด - ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้นักเรียนและให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเอง - นำเสนอตัวอย่างประเด็นปัญหาที่คล้ายกันให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของผู้เรียน - แนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลายหรือการแสดงผลที่เป็นรูปธรรม - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ประเด็นที่สำคัญของปัญหา	- ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด - นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาแบบปลายเปิดที่ครูนำเสนอ - ครูคอยสังเกตและช่วยเหลือนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของปัญหานั้นให้ชัดเจน โดยวิธีการต่าง ๆ

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรม หรือสถานการณ์
<p>3. ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน</p> <p>- นักเรียนคิดหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ด้วยตนเองจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาในขั้นแรกและใช้ความรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของนักเรียนมาใช้ในการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล</p>	<p>- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง</p> <p>- ครูสังเกตและคอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง</p> <p>- ครูซักถามเพื่อนำไปสู่การได้แนวคำตอบของนักเรียนเอง และเพื่อให้เกิดการคิดหาคำตอบที่หลากหลาย</p>
<p>การทำที่บ้านที่โรงเรียน (Flipped Classroom)</p>	
<p>4. ชั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม</p> <p>- นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดและคำตอบของตนเองกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนในกลุ่มได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนแต่ละคนก็จะทำการบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีคิดหาคำตอบของเพื่อนในกลุ่ม</p>	<p>- นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดของตนเองในกลุ่ม และร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน</p> <p>- นักเรียนบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม</p> <p>- ครูคอยสังเกตและคอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม</p>
<p>5. ชั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด</p> <p>- ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีคิดหน้าชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้น โดยครูให้นักเรียนในห้องเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหา โดยครูอาจเลือกให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหาที่มีความแตกต่างกันให้ครอบคลุมทั้งหมดและเป็นผู้สรุปทเรียนใน</p>	<p>- นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน</p> <p>- ครูสรุปทเรียนในคาบ เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น</p> <p>- .</p> <p>- .</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด	ลักษณะของกิจกรรม หรือสถานการณ์
คาบเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญจากปัญหานั้น	
<p>6. ขันขยายความรู้</p> <p>- นักเรียนสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสาระสำคัญที่ได้จากการตอบปัญหาแบบปลายเปิด ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ซึ่งจะช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเรื่องต่าง ๆ ได้</p>	<p>- นักเรียนสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสาระสำคัญที่ได้จากการตอบปัญหาแบบปลายเปิดจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ</p> <p>- เน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลในชั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้</p> <p>- ครูอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่ครอบคลุม</p>
<p>7. ขันประเมินผล</p> <p>- เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างไร</p>	<p>- ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัด</p> <p>- ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน</p> <p>- นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยด้วยตนเอง</p>

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7. การวัดและประเมินผล

8. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และนำแผนการจัดการเรียนรู้นี้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.3.1.7 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและประเมินการใช้ได้ของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121)

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและการสอน
- 3) นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม ครูชำนาญพิเศษ ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและทฤษฎี

3.3.1.8 ประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามมาตรวัดของ Likert ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ ดังเกณฑ์ต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121)

4.51–5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51–4.50	เหมาะสมมาก
2.51–3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51–2.50	เหมาะสมน้อย
1.00–1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ นำไปเทียบค่าเฉลี่ยพิจารณาความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยค่าความเหมาะสมที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51–5.00 จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ มีผลการประเมินค่าอยู่ระหว่าง 4.35–4.53 (S.D. = 0.21–0.90) คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน พิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้เสนอแนะเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ได้แก่งการกำหนดเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลา และการกำหนดเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับตัวแปรตาม จากนั้นจัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

3.3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 42 คน

3.3.2 แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

แบบทดสอบวัดการคิดขั้นสูงด้านข้อมูลและกระบวนการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบในการสร้างข้อคำถามการคิดขั้นสูง 3 ด้าน คือ 1) การคิดวิเคราะห์ (Analysis) 2) การคิดสังเคราะห์ (Synthesis) และ 3) การคิดประเมินค่า (Evaluation) เรื่องไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างข้อสอบดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 และศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดขั้นสูง

3.3.2.2 สร้างแบบทดสอบโดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยกำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญของการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดขั้นสูงโดยพิจารณาความต้องการในทักษะการคิดขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นกรอบในการสร้างข้อคำถามการคิดขั้นสูง 3 ด้าน คือ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ 3) การประเมินค่า (Evaluation)

3.3.2.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบอัตนัย และปรนัย จากหนังสือการวัดและการประเมินผลการศึกษา ดังตาราง 3.3

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูง และจำนวนข้อสอบ

ผลการเรียนรู้	การคิดวิเคราะห์		การคิดสังเคราะห์		การคิดประเมินค่า		รวม	
	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง
1. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์	3	1	3	1	3	1	9	3

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	การคิดวิเคราะห์		การคิดสังเคราะห์		การคิดประเมินค่า		รวม	
	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง
2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์	3	2	3	2	3	2	9	6
3. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์	3	2	3	2	3	2	9	6
4. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา	4	3	4	3	4	3	12	9
5. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์	3	2	3	2	3	2	9	6
6. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น	3	2	3	2	3	2	9	6

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	การคิดวิเคราะห์		การคิดสังเคราะห์		การคิดประเมินค่า		รวม	
	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง	ออก	ใช้จริง
7. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ	3	2	3	2	3	2	9	6
8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	3	1	3	1	3	1	9	3
รวม							75	45

3.3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูงให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ และนำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษาและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

3.3.2.5 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.2.6 นำแบบทดสอบพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) เกณฑ์การประเมินเป็นดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านทักษะการคิดขั้นสูง
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านทักษะการคิดขั้นสูง
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านทักษะการคิดขั้นสูง

3.3.2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมชีวิตด้านทักษะการคิดขั้นสูง โดยหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มี ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50-1.00 แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ได้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.63- 1.00 ผ่านเกณฑ์คัดเลือกโดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ใน แบบทดสอบให้มีความเข้าใจ และเหมาะสมกับชั้นเรียน (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

3.3.2.8 จัดทำแบบทดสอบวัดการคิดขั้นสูง เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/10 จำนวน 41 คน ในโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม

3.3.2.9 นำแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง มาวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้ดำเนินการดังนี้

1) หาค่าความยาก โดยข้อสอบที่มีค่าความยากที่เหมาะสมต้องอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ซึ่งผลแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงแบบปรนัย มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.46-0.66 แบบอัตนัย มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.61-0.78

2) หาค่าอำนาจจำแนก แล้วพิจารณาเลือกข้อสอบไว้เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจ จำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ซึ่งผลแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงแบบปรนัย มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.34-0.73 และแบบอัตนัย มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.34-0.83

3) หาค่าความเชื่อมั่น ค่าที่ยอมรับได้ ควรมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ซึ่งผลแบบ วัดทักษะการคิดขั้นสูงแบบปรนัย มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.95 และแบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93

3.3.2.10 นำแบบทดสอบวัดการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 45 ข้อ มาจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการ วิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละรอบต่อไป

3.3.3 แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู

แบบบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย มีวิธีการสร้างและการหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และการเขียนแผนการสอน เพื่อเป็นแนวทางกำหนดการวางรูปแบบแบบบันทึกหลังสอน

3.3.3.2 ศึกษารูปแบบและวิธีการเขียนแบบบันทึกหลังสอน เพื่อเป็นแนวทางสร้างแบบ บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย

3.3.3.3 เขียนแบบบันทึกหลังสอนโดยมีคำชี้แจง และถ้อยคำบ่งกรอบการบันทึก

3.3.3.4 นำแบบบันทึกหลังสอนเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ การสะท้อนผลของนักเรียนที่คาดว่าจะได้รับการเรียนควรเป็นผลดีกับนักเรียนและการทำกิจกรรมของนักเรียนมีอุปสรรค แบบบันทึกควรที่จะเกิดกับนักเรียนที่เป็นปัจจุบันมากที่สุด

3.3.3.5 นำแบบบันทึกหลังสอนที่ได้รับการปรับปรุง จัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลร่วมกันกับแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้นำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบวงจร ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยแบ่งการวิจัยเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วงจรละ 3 แผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง พบว่าการศึกษาทักษะการคิดขั้นสูงก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง จำนวน 15 ข้อ กับกลุ่มเป้าหมาย 42 คน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 54.76 จำนวน 32 คน ด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 35.24 จำนวน 41 คน และด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 72.86 จำนวน 15 คน แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดทักษะการคิดขั้นสูง การสำรวจครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่ายังมีจุดบกพร่องหลายอย่าง อาจเกิดจากการเรียนในวิชาเคมีที่มีเนื้อหาส่วนมากเป็นนามธรรมทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้และใช้ทักษะการคิดขั้นสูง นักเรียนขาดประสบการณ์ ไม่เข้าใจในการเรียน และขาดการคิดอย่างเป็นระบบ โดยนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์แต่ละด้านจะเป็นกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังปรากฏในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงก่อนเริ่มปฏิบัติการ

คนที่	ทักษะการคิดวิเคราะห์		ทักษะการคิดสังเคราะห์		ทักษะการคิดประเมินค่า		คนที่	ทักษะการคิดวิเคราะห์		ทักษะการคิดสังเคราะห์		ทักษะการคิดประเมินค่า	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ		คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	2	40	1	20	2	40	22	4	80	2	40	4	80
2	3	60	2	40	4	80	23	4	80	3	60	4	80
3	2	40	3	60	4	80	24	3	60	4	80	4	80
4	1	20	0	0	1	20	25	4	80	3	60	4	80
5	3	60	3	60	5	100	26	4	80	3	60	4	80
6	3	60	2	40	4	80	27	1	20	0	0	2	40
7	1	20	0	0	2	40	28	4	80	3	60	5	100
8	4	80	2	40	4	80	29	2	40	0	0	3	60
9	3	60	3	60	4	80	30	4	80	2	40	5	100
10	2	40	1	20	4	80	31	1	20	0	0	2	40
11	3	60	2	40	4	80	32	3	60	1	20	3	60
12	3	60	2	40	4	80	33	3	60	1	20	4	80
13	3	60	1	20	3	60	34	3	60	1	20	5	100
14	1	20	0	0	2	40	35	1	20	0	0	2	40
15	2	40	3	60	4	80	36	4	80	2	40	3	60
16	3	60	1	20	3	60	37	3	60	1	20	4	80
17	3	60	3	60	5	100	38	2	40	2	40	4	80
18	3	60	2	40	2	40	39	4	80	2	40	4	80
19	3	60	2	40	2	40	40	3	60	3	60	4	80
20	2	40	2	40	5	100	41	3	60	3	60	4	80
21	4	80	2	40	5	100	42	1	20	1	20	1	20
เฉลี่ย (\bar{X}).								2.74	54.76	1.76	35.24	3.52	70.48

เก็บข้อมูลทักษะการคิดขั้นสูงโดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54 เลขออกซิเดชัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 55 ปฏิกิริยารีดอกซ์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 56 การทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ

1.1 ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยนำผลการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคมที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จากการใช้แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง มาหาแนวทางการแก้ไข้ปัญหา ประกอบการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทักษะการคิดขั้นสูง จากนั้นดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด และแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

1.2 ชั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด จำนวน เป็นเวลา 4 คาบ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เลขออกซิเดชัน (1 คาบ)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปฏิกิริยารีดอกซ์ (2 คาบ)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับ

ไอออนของโลหะ (1 คาบ)

1.3 ชั้นสังเกต

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตกระบวนการคิดขั้นสูงและผลของการคิดขั้นสูง ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง เป็นการวัดแบบปรนัย 12 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 12 คะแนน แบบอัตนัย 3 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนน และแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู บันทึกข้อมูลขณะปฏิบัติกิจกรรมและเก็บข้อมูลเป็นระยะตามสภาพจริงที่เกิดขึ้น เพื่อสะท้อนผลของการสอนของผู้วิจัย เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้วัดทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินผลการจัดการเรียนรู้และนำเข้าสู่ขั้นการสะท้อนผลต่อไป

1.4 ชั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสะท้อนผลทั้งหมดไปวางแผนและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป โดยกำหนดเกณฑ์การผ่านวงจรปฏิบัติเป็นร้อยละ 75 ขึ้นไป

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 57 ตัวรีติวส์ และตัวออกซิไดซ์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 58 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 59 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

2.1 ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอน และกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนจากแนวทางปัญหาที่ได้จากการสังเกต วิเคราะห์ปัญหา และสะท้อนผลจากวงจรปฏิบัติที่ 1 จากนั้นสร้างเครื่องมือวิจัยที่จะใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด และแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

2.2 ชั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เป็นเวลา 5 คาบ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 57 ตัวรีติวส์ และตัวออกซิไดซ์ (2 คาบ)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 58 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน (1 คาบ)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 59 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา (2 คาบ)

2.3 ชั้นสังเกต

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยบันทึกข้อมูลขณะปฏิบัติกิจกรรมและเก็บข้อมูลเป็นระยะตามสภาพจริงที่เกิดขึ้น เพื่อสะท้อนผลของการสอนของผู้วิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง เป็นการวัดแบบปรนัย 12 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 12 คะแนน แบบอัตนัย 3 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนน และแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทุกแผนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินผลการจัดการเรียนรู้และนำเข้าสู่ขั้นการสะท้อนผลต่อไป

2.4 ชั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ ประเมินผล และตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรวมถึงกระบวนการวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนา ปรับปรุง จากการสังเกต หรือบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้หลังแผน เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

3.1 ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอน และกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนจากแนวทางปัญหา ที่ได้จากการสังเกต วิเคราะห์ปัญหา และสะท้อนผลจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และสร้างเครื่องมือวิจัยที่จะใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

3.2 ชั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เป็นเวลา 4 คาบ

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 60 องค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี (1 คาบ)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 61 ประเภทของเซลล์กัลวานิก (2 คาบ)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 62 เซลล์อเล็กโทรไลติก (1 คาบ)

3.3 ชั้นสังเกต

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกข้อมูลขณะปฏิบัติกิจกรรมและเก็บข้อมูลเป็นระยะตามสภาพจริงที่เกิดขึ้น เพื่อสะท้อนผลของการสอนของผู้วิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง เป็นการวัดแบบปรนัย 12 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 12 คะแนน แบบอัตนัย 3 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนน และแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทุกแผนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินผลการจัดการเรียนรู้

3.4 ชั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ ประเมินผล และตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรวมถึงกระบวนการวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำรายงานต่อไป

สรุปขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลัง ซึ่งนักเรียนจะต้องมีคะแนนอยู่ในระดับดี หรือคิดเป็นร้อยละ 75 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การปฏิบัติในวงจรปฏิบัติ โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย (mean, \bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) การแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลพิจารณา เกณฑ์การแปลผลแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงของช่วงคะแนนคิดเป็นร้อยละตามระดับคะแนน 5 ระดับ (Rating Scales) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดขั้นสูง

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทักษะการคิดวิเคราะห์	2	นักเรียนสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	นักเรียนสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยได้บางส่วน
	0	นักเรียนการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยผิดทั้งหมด
2. ทักษะการคิดสังเคราะห์	2	นักเรียนสามารถรวบรวมเรื่องราวองค์ประกอบต่าง ๆ หรือ ผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่ได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	นักเรียนสามารถรวบรวมเรื่องราวองค์ประกอบต่าง ๆ หรือ ผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่ได้บางส่วน
	0	นักเรียนรวบรวมเรื่องราวองค์ประกอบต่าง ๆ หรือ ผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่ผิดทั้งหมด
3. ทักษะการคิดประเมินค่า	2	นักเรียนสามารถวินิจฉัย ตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือ เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐานได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	นักเรียนสามารถวินิจฉัย ตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือ เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐานได้บางส่วน
	0	นักเรียนวินิจฉัย ตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐานผิดทั้งหมด

หมายเหตุ. ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินทักษะการคิดขั้นสูงจาก *Taxonomy of Educational*

Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain. by Bloom, B. S. (1956). New York: David

McKay.

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การแปลผลแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

คะแนนคิดเป็นร้อยละ	ระดับคุณภาพ
80 – 100	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับดีมาก
70 – 79	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับดี
60 – 69	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับปานกลาง
50 – 59	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับพอใช้
0 – 49	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับปรับปรุง

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เคมิไฟฟ้า ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 321)

$$p = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-1)$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่
 N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 323)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3-2)$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i แทน คะแนนของคนที่ i
 n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 325)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-3)$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 x_i แทน คะแนนของคนที่ i
 n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบทั้งหมดใช้สูตรในการคำนวณ IOC โดยแปลงระดับความสอดคล้อง ดังนี้

สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	มีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	-1

และหาดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N} \quad (3-4)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
 R_i แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ประเมินในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.2.2 หาค่าความยากง่าย (Item Difficulty) ของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 299) ดังนี้

$$\text{ดัชนีค่าความยาก } p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-5)$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยาก
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 308) ดังนี้

$$\text{ดัชนีค่าอำนาจจำแนก } D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-6)$$

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 309) ดังนี้

$$r_{xy'} = \frac{n \sum xy' - \sum x \sum y'}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y'^2 - (\sum y')^2]}} \quad (3-7)$$

เมื่อ $r_{xy'}$ แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม
 x แทน คะแนนของข้อคำถามข้อนั้น
 y แทน คะแนนรวมจากข้อคำถามทั้งหมด
 y' แทน คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว
 n แทน จำนวนผู้ตอบแบบวัด

3.6.2.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach (Cronbach's Alpha Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 288) ดังนี้

$$\text{สูตร } \alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (3-8)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อของแบบวัด
 s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย (Mean)

$S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

% แทน ร้อยละ (Percentage)

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

4.2.2 ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

4.2.3 ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

4.3.1 ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างไร จากการทำแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงก่อนเริ่มปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของคะแนนทั้งหมดในแต่ละด้าน ดังนี้ ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ ร้อยละ 54.76 จำนวน 32 คน ด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ ร้อยละ 35.24 จำนวน 41 คน และด้านทักษะการคิดประเมินค่า ร้อยละ 72.86 จำนวน 15 คน แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการคิดขั้นสูงในแต่ละด้านไม่เท่ากัน โดยนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์แต่ละด้านจะเป็นกลุ่มเป้าหมายในวงปฏิบัติการต่อไป

4.3.1.1 ขั้นการวางแผน (Planning)

ขั้นแรกของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงรายวิชา เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยพิจารณาจากการสังเกตนักเรียน รวมถึงการสนทนากับครูที่เชี่ยวชาญวิชาเคมี เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน วิชาเคมี พบว่า นักเรียนบางส่วนเรียนในห้องไม่ทันเพื่อน ไม่เข้าใจ และไม่กล้าที่จะถามครู และนักเรียนมักติดนิสัยที่จะฟังมากกว่าลงมือทำ แต่มีนักเรียนอีกส่วนที่ชอบทำกิจกรรม แต่จะไม่ค่อยฟังคำสั่ง ไม่ทำตามขั้นตอน จะทำในสิ่งที่ตนอยากทำ ไม่มีแบบแผน สรุปและวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าได้ไม่ตรงประเด็น และไม่สามารถที่จะอธิบายข้อมูลที่ได้อ่างถูกต้องสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีปัญหาอื่น ๆ อีก ดังนั้น ผู้วิจัยจึง

ได้วิเคราะห์ถึงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนการสอน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหา ก่อนเรียน

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีการแก้ปัญหา
1. นักเรียนมีระดับผลการเรียนที่แตกต่างกัน	- นักเรียนมีระดับผลการเรียนที่แตกต่างกัน มีทั้งนักเรียนที่เรียนระดับดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ทำให้ความสามารถในการเรียนต่างกัน	- ให้นักเรียนที่เรียนระดับดีมาก ดี และปานกลาง คอยช่วยเหลือเพื่อนเมื่อมีปัญหาในการเรียนในห้องเรียน
2. นักเรียนขาดทักษะการคิดขั้นสูง	- นักเรียนไม่มีโอกาสทำภารกิจกรรมที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูงมากนัก	- จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการคิดขั้นสูงให้มากขึ้น
3. นักเรียนไม่ชอบให้สั่งการบ้าน	- นักเรียนมีการบ้านจากรายวิชาอื่น ๆ มากพอแล้ว	- ผู้วิจัยจึงจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้นักเรียนไม่ต้องมีการบ้านตามรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน

เมื่อได้ทำการสำรวจและศึกษาปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหาผู้วิจัยได้ดำเนินการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรวิจัยปฏิบัติการในวงจรที่ 1 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน รวม 4 คาบ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54 เลขออกซิเดชัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 55 ปฏิกริยารีดอกซ์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 56 การทดลองการเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ในแต่ละแผนใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ การเรียนที่บ้าน (Out Class Activities) จัดการเรียนการสอนเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ ชั้นที่ 2 ช้้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน และการทำการบ้านที่โรงเรียน (Flipped Classroom) จัดการเรียนการสอนเป็น 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 4 ชั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ชั้นที่ 5 ช้้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน ชั้นที่ 5 เพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด ชั้นที่ 6 ช้้นขยายความรู้ และ ชั้นที่ 7 ช้้นประเมินผล

4.3.1.2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 55 และ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 56 ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ซึ่งในทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีการเสริมทักษะการคิดขั้นสูงให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 42 คน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ได้จากการสำรวจก่อนเริ่มวงจรปฏิบัติการ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54 โดยการดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในชั้นเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยได้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจด้วยการใช้คำถามให้นักเรียนคิด จากนั้นให้นักเรียนทุกคนเข้าไปยังห้องเรียนออนไลน์ และให้นักเรียนศึกษาในเรื่องที่ผู้วิจัยได้ท้าวติโศกलिไว้จากที่บ้านก่อน ผู้วิจัยได้นำเสนอปัญหาชี้แจงกิจกรรม และให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาในข้างต้นมาใช้ในการตอบปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และได้ฝึกกระบวนการคิด เมื่อนักเรียนกลับมาที่ห้องเรียนครูจะใช้กิจกรรมกลุ่มเป็นหลัก เพื่อให้นักเรียนนำเสนอคำตอบต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน โดยเมื่อมีเพื่อนนำเสนอให้นักเรียนคนอื่น ๆ ก็ทำการบันทึกแนวคำตอบของเพื่อนพร้อมเหตุผล และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคำตอบที่แตกต่าง โดยทำการเลือกสุ่มเฉพาะคำตอบที่มีความแตกต่างกันเพื่อให้เกิดความหลากหลายของแนวคิดในการตอบปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และคิดประเมินค่าได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 55 ปฏิกริยารีดอกซ์ ในขั้นตอนที่ 1 นักเรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาที่บ้านแล้วจากวีดิทัศน์เพื่อการศึกษาเรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์ โดยสื่อการสอนนี้ผลิตโดย สสวท. โดยผู้วิจัยได้โพสต์ไว้ในกลุ่มเฟซบุ๊ก ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของเลขออกซิเดชันในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ตัวอย่างปฏิกิริยาเพื่อระบุว่าปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ พร้อมให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยขั้นนี้นักเรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเองที่บ้าน เมื่อนักเรียนกลับมาในห้องเรียนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำเสนอคำตอบต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันอภิปราย โดยจะมีตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยแบบฝึกหัดหน้าชั้นเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนได้เกิดแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน จากนั้นนักเรียนและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป และได้อธิบายเสริมในเรื่องของปฏิกิริยารีดอกซ์โดยได้ขยายความรู้เชื่อมกับสิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ ในการลบรอยเปื้อนของสนิมเหล็ก จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลโดยใช้กิจกรรม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบาย และสรุปประเด็นที่สำคัญได้ชัดเจน และสามารถเขียนปฏิกิริยารีดอกซ์ ซึ่งประกอบด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยารีดักชันได้อีกด้วย นอกจากนั้นนักเรียนเริ่มมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 56 การทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ เมื่อนักเรียนเรียนที่บ้านในชั้นตอนที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาที่บ้านจากวีดิทัศน์เพื่อการศึกษาเรื่อง ทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ พร้อมจดบันทึกลงสมุด ชั้นที่ 2 ชั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้วิจัยนำเสนอปัญหาชี้แจงกิจกรรมโดยปัญหาที่นำเสนอ คือ “นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้น” เมื่อนักเรียนได้ทราบปัญหาที่กำหนดให้ นักเรียนทุกกลุ่มเริ่มมีความกระตือรือร้นในการที่จะศึกษา โดยผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษากิจกรรมการทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะสังกะสี (Zn) กับสารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟต (CuSO_4) ในชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ชั้นนี้นักเรียนทุกคนจะต้องดู วีดิทัศน์เพื่อสรุปวิธีการและขั้นตอนการทดลอง ซึ่งนักเรียนทุกคนต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาในข้างต้นมาใช้ในการตอบปัญหา เมื่อทำการบ้านที่โรงเรียน ชั้นที่ 4 ชั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ผู้วิจัยได้ถามถึงความเข้าใจและใน วีดิทัศน์ได้กล่าวถึงเกี่ยวกับอะไรบ้าง เช่น “ปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้อย่างไร” แต่นักเรียนยังไม่สามารถตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้นักเรียนจับกลุ่มเดิมเพื่อทำการทดลองเรื่อง การเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ นักเรียนได้หาคำตอบด้วยตนเอง โดยลงมือทำการทดลอง นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำการทดลองได้ถูกต้องตามวีดิทัศน์ที่ศึกษามา สามารถออกแบบการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง พร้อมอภิปรายผลได้ โดยระหว่างการทดลองนั้นผู้วิจัยได้คอยสังเกต แนะนำ และพยายามส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และได้ฝึกกระบวนการคิดต่าง ๆ แต่มีนักเรียนบางคนยังไม่สามารถนำเสนอผลการทดลองได้ดีเท่าที่ควรยังต้องให้ผู้วิจัยช่วย ชั้นที่ 5 ชั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน พบว่านักเรียนสามารถอภิปรายและหาข้อสรุปเกี่ยวกับปฏิกิริยารีดอกซ์ ชั้นที่ 6 ชั้นขยายความรู้ ผู้วิจัยได้เปิดได้เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา ซึ่งนักเรียนจะถามเกี่ยวกับประเด็นผลของการทดลองและการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ชั้นที่ 7 ชั้นประเมินผล โดยแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้จากการทดลอง ร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่พบวก่อนจุ่มแผ่นโลหะ สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) และสารละลายซิงค์ซัลเฟต (ZnSO_4) ประกอบด้วยไอออนของโลหะชนิดใดละลายอยู่บ้าง นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอภิปรายร่วมกันได้ดี แต่มีนักเรียนบางคนยังอภิปรายได้ไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนได้นำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาตนเองต่อไป

4.3.1.3 ชั้นการสังเกต (Observation)

เมื่อสิ้นสุดการวิจัยในวงจรปฏิบัติที่ 1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วน

ใหญ่พยายามที่ศึกษาความรู้ด้วยตนเอง แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สนใจที่จะใช้โทรศัพท์มือถือในการศึกษาข้อมูล ในชั้นกิจกรรมยังไม่เป็นไปตามที่วางไว้เท่าที่ควร โดยในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยยังไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองได้ เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่าปัญหาหลักของนักเรียนคือทักษะการคิดด้วยตนเอง นักเรียนจะพยายามที่จะให้ผู้วิจัยเป็นผู้บรรยาย เมื่อนักเรียนเจอปัญหาในกิจกรรม นักเรียนจะไม่พยายามที่จะคิดและทำงานด้วยตนเอง แต่จะสอบถามผู้วิจัย และสอบถามเพื่อนบ่อย ๆ แสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยยังไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของทักษะการคิดขั้นสูงได้ นอกจากนี้การที่ผู้วิจัยไม่ได้เดินสำรวจการทำงานของนักเรียนเป็นระยะ ทำให้นักเรียนบางคนไม่ใส่ใจที่จะศึกษาและขาดทักษะการคิดขั้นสูง ผู้วิจัยทำการวัดทักษะการคิดขั้นสูงทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายนั้นในแต่ละด้านพบว่านักเรียนมีทักษะการคิดทั้ง 3 ด้านเพิ่มขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางคนยังไม่ผ่านไม่ผ่านเกณฑ์ของคะแนนทั้งหมดในแต่ละด้าน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	%	แปลผล
1. ทักษะการคิดวิเคราะห์	3.43	0.91	68.57	ปานกลาง
2. ทักษะการคิดสังเคราะห์	2.45	1.02	49	พอใช้
3. ทักษะการคิดประเมินค่า	3.76	1.05	75.24	ดี
เฉลี่ยรวม	3.21	1.00	64.29	ดี

จากตารางที่ 4.2 พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน แต่หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ทั้ง 3 แผน พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 68.57 ($\bar{x} = 3.43$, $S.D. = 0.91$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 14 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 49 ($\bar{x} = 2.45$, $S.D. = 1.02$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 75.24 ($\bar{x} = 3.76$, $S.D. = 1.05$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์

ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน และพบว่าหลังเรียน นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน แต่หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ทั้ง 3 แผน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 9 คน (ภาคผนวก จ)

4.3.1.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

จากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 42 คน แต่เมื่อนักเรียนได้ผ่านการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้ว พบว่า มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 33 คน และจากบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงในวงจรปฏิบัติที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถคิดขั้นสูงได้ นักเรียนยังไม่เข้าใจการจัดกิจกรรม ไม่มีความกระตือรือร้นที่จะเข้าเรียนในห้องเรียนออนไลน์ (กลุ่มเฟซบุ๊ก) และไม่สนใจที่จะเรียนรู้ จากการสอบถามพบว่านักเรียนไม่ชอบเรียนรู้ด้วยตนเอง ชอบการฟังบรรยายมากกว่า เมื่อมีปัญหา นักเรียนจะไม่พยายามทำด้วยตนเอง จะคอยสอบถามผู้วิจัยและเพื่อนทันที ส่วนนักเรียนที่มีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ได้ทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 9 คน จากการสังเกตพบว่านักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับดี เมื่อมอบหมายงานให้ทำจะพยายามทำด้วยตนเอง เมื่อมีข้อสงสัยจะถามผู้วิจัย และตั้งใจฟังครูอธิบาย และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน สามารถสรุปและวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ดังนั้น กลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นนักเรียนที่ยังมีทักษะการคิดขั้นสูงไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ และสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ สามารถสรุปสภาพปัญหาและแนวทางแก้ไข จากการเก็บข้อมูลและการสังเกตของผู้วิจัย ที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการวงจรกิจกรรมที่ 1 และแนวทางแก้ไข ดังแสดงในตาราง 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาในการการปฏิบัติการวงจรรูปปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
แผนที่ 54 เลขออกซิเดชัน	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าดูวิดีโอคลิปที่ครูได้แชร์ไว้ในกลุ่ม - นักเรียนบางคนไม่มีเอกสารการเรียนรู้ เนื่องจากลืมเอามา 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยให้นักเรียนไปย้อนดูคลิปที่แชร์ก่อนเข้าเรียนในห้องเรียนทุกครั้ง - ผู้วิจัยให้จดใส่สมุดแทนแล้วนำมาส่งย้อนหลังได้
แผนที่ 55 ปฏิกริยารีดอกซ์	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนบางคนไม่สนใจทำกิจกรรม และไม่ส่งงานตามเวลาที่กำหนด - นักเรียนส่วนใหญ่ชอบลอกงานของเพื่อนมาส่ง ทำให้ไม่สามารถคิดและแก้โจทย์ด้วยตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้น่าสนใจมากกว่านี้ และคอยติดตามงานนักเรียนเป็นรายบุคคล - ผู้วิจัยคอยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่มีนิสัยที่ชอบลอกงานเพื่อนเป็นรายกรณี และคอยแนะนำในเนื้อหาที่ไม่เข้าใจเป็นพิเศษ
แผนที่ 56 ทดลองการเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนขาดการวางแผนและบางกลุ่มยังทำกิจกรรมไม่ทันเวลาที่กำหนด - นักเรียนส่วนใหญ่ลงข้อสรุปกิจกรรมไม่ครบถ้วนและไม่กล้าตอบตอบคำถาม 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่ให้เหมาะสมกับตัวนักเรียนเอง - ผู้วิจัยให้นักเรียนเอากลับไปบันทึกเพิ่มและส่งในคาบต่อไป

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดมีปัญหาก่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยได้หาแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านั้น เพื่อปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรรูปปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป

4.3.2 ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

4.3.2.1 ขั้นการวางแผน (Planning)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากผลการสะท้อนการดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาทำการพิจารณาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จากการจัดการเรียนรู้เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ได้แก่ มีการอธิบายเนื้อหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น กำหนดเวลาที่ชัดเจนในการดำเนินการตามกระบวนการคิดในแต่ละขั้น เพิ่มกิจกรรมทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดในชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน บอกเงื่อนไขการให้คะแนนในส่วนการเขียนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความละเอียดมากขึ้น วางแผนการจัดสิ่งแวดล้อมภายในชั้นเรียนด้วยการแบ่งโต๊ะเป็นกลุ่ม ๆ จากนั้นนำมาปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 57 ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 58 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 59 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกริยา จำนวนทั้งสิ้น 5 คาบ

4.3.2.2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 57 ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 58 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 59 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกริยา จำนวน 5 คาบ ซึ่งใช้ผู้วิจัยได้สร้างความสนใจโดยการให้นักเรียนไปศึกษาวิดีโอที่ค้นที่บ้าน เรื่อง ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกริยามาก่อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 57 ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ เมื่อนักเรียนเรียนที่บ้านในขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาที่บ้านจากวิดีโอที่ค้นเพื่อการศึกษาเรื่อง ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ พร้อมจดบันทึกลงสมุด ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้วิจัยนำเสนอปัญหาชี้แจงกิจกรรมโดยปัญหาที่นำเสนอ คือ “การเปลี่ยนแปลงในปฏิกริยารีดอกซ์ ทำให้ทราบได้ว่าสารใดทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวส์หรือตัวออกซิไดส์” เมื่อนักเรียนได้ทราบปัญหาที่กำหนดให้นักเรียนทุกกลุ่มเริ่มมีความกระตือรือร้นในการที่จะศึกษา ในขั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเอง โดยลงมือทำกิจกรรมที่ 11.4 เรื่อง ตัวรีดิวส์และตัวออกซิไดส์ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และได้ฝึกกระบวนการคิดขั้นสูง เมื่อทำการบ้านที่โรงเรียน ขั้นที่ 4 ชั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ผู้วิจัยได้ถามถึงความเข้าใจและในวิดีโอที่ค้นได้กล่าวถึงเกี่ยวกับอะไรบ้าง เช่น “ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวส์และตัวออกซิไดส์ของสารชนิดต่าง ๆ สามารถพิจารณา

เปรียบเทียบได้จากการทดลองทำปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างคู่สารใด” ซึ่งขั้นนี้นักเรียนยังไม่สามารถตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้นักเรียนหาข้อสรุปเกี่ยวกับตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ซึ่งได้ข้อสรุป ดังนี้ “ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง คือส่วนของสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ธาตุโลหะกลายเป็นโลหะไอออน เรียกสารที่ให้อิเล็กตรอนกับ สารอื่นแล้ว มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นว่า ตัวรีดิวซ์ (Reducer or Reducing Agent or Reductant) และส่วนของสารที่รับอิเล็กตรอน จะมีเลขออกซิเดชันลดลง ถ้าเป็นโลหะไอออนจะรับอิเล็กตรอนแล้วกลายเป็นของแข็ง เกาะที่โลหะที่ให้อิเล็กตรอน เรียกสารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงว่า ตัวออกซิไดส์ (Oxidizer or Oxidizing Agent or Oxidant)” ขั้นที่ 5 ขึ้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำเสนอกิจกรรมที่ทำต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน พบว่านักเรียนสามารถอภิปรายและเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์และระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ได้ ขั้นที่ 6 ขึ้นขยายความรู้ ผู้วิจัยได้แทรกสอดความรู้เรื่องการพิจารณาว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์และข้อสังเกต ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้ข้อสรุปจากเนื้อหาที่เรียนชัดเจนมากขึ้น ขั้นที่ 7 ขึ้นประเมินผล ผู้วิจัยได้ประเมินนักเรียนจากการทำกิจกรรม และจากสมุดจดบันทึก พบว่านักเรียนหลายคนยังไม่สามารถบันทึกสรุปจากวิดิทัศน์ได้ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมและแนะนำในส่วนการจดบันทึก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 58 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน ผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนศึกษาวิธีการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน จากการเรียนที่บ้าน ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้กระตุ้นโดยการถามว่า “การดุลสมการคืออะไร” แล้วให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบเพื่อร่วมกันอภิปรายในการทำการบ้านที่โรงเรียน และผู้วิจัยได้ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการทำโจทย์เกี่ยวกับการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลง เพื่อเป็นการให้นักเรียนสามารถศึกษาและฝึกกระบวนการคิดได้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยจะคอยแนะนำ และพยายามส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนสามารถถามผ่านไลน์ หรือช่องทางออนไลน์ได้ตลอดเมื่อนักเรียนมาทำการบ้านที่โรงเรียน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนจับกลุ่ม 4-5 คน โดยภายในกลุ่มต้องช่วยกันอภิปราย และสรุปเรื่อง หลักการดุลสมการเคมีและหลักการดุลสมการรีดอกซ์ เพื่อทำกิจกรรมร่วมกันในห้องเรียน และช่วยกันฝึกการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้แต่ละกลุ่มทำโจทย์ที่อยู่ในแบบฝึกหัด ในระหว่างนั้นผู้วิจัยจะคอยเดินเข้าหานักเรียนที่โต๊ะแต่ละกลุ่มโดยมีหน้าที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษายามที่นักเรียนมีปัญหา หรือถามในสิ่งที่สงสัยหรือไม่เข้าใจ และนักเรียนสามารถเรียกครูได้ตลอดเวลา ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะชอบสงสัยในขั้นเริ่มต้นว่า “เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันแล้วจะดูได้อย่างไรว่าควรดุลยังไงต่อ” ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถเข้าใจหลักการดุลสมการรีดอกซ์ได้ดีเท่าที่ควร อาจยังขาดกระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งทำให้

ไม่เข้าใจหลักการตั้งแต่แรก หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสุ่มแต่กลุ่มมานำเสนอคำตอบหน้าชั้นเรียน และสรุปหลักการตุลสมการรียดอกซ์โดยใช้เลยออกซิเดชันอีกครั้ง เมื่อตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมา นำเสนอเสร็จแล้ว พบว่านักเรียนสามารถแสดงวิธีการตุลตามหลักการได้ถูกต้อง แต่ยังคงขาดความละเอียดรอบคอบในการเขียนปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยได้เพิ่มเติม และเน้นย้ำให้นักเรียนได้ทำในสิ่งที่ถูกต้อง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 59 การตุลสมการรียดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา ผู้วิจัยได้ทำ คลิปวิดีโอในเรื่องการตุลสมการรียดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา แล้วส่งให้นักเรียนได้เข้าไปศึกษาในกลุ่ม เฟสบุ๊คพร้อมมอบหมายงานให้นักเรียนได้ทำด้วยตนเองก่อน เมื่ออยู่ในห้องเรียนผู้วิจัยได้ยกตัวอย่าง โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกันจากวิดีโอ และใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ แต่ยังคงพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสงสัยแต่ยังไม่กล้าถามและไม่ร่วมตอบคำถามได้ดีเท่าที่ควร เมื่อเข้าสู่กิจกรรมผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แต่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการแบ่งกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อ่านโจทย์ปัญหา และช่วยกันวิเคราะห์ สังเคราะห์โจทย์ที่กำหนดให้ และทำความเข้าใจ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยให้ความร่วมมือ ผู้วิจัยต้องเข้าไปตักเตือนและกระตุ้นให้ช่วยกันทำโจทย์ ปัญหาที่ได้รับไป เมื่อให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอปัญหาหน้าชั้นเรียน พบว่าบางกลุ่มยังไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด ทำให้กระทบกับเวลาที่จะเรียนในคาบต่อไป ผู้วิจัยจึงให้กลุ่มที่เสร็จทันเวลาได้นำเสนอเท่านั้น เนื่องจากหมดเวลาก่อน

4.3.2.3 ชั้นการสังเกต (Observation)

เมื่อสิ้นสุดการวิจัยในวงจรปฏิบัติที่ 2 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด พบว่านักเรียนสามารถหาคำตอบด้วยตนเองในกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และได้ฝึกกระบวนการคิดขั้นสูง เมื่อนักเรียนอยู่ในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันกับนักเรียน และให้นักเรียนได้เสนอคำตอบต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน เมื่อในระหว่างทำกิจกรรมในชั้น อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่ได้ปรึกษาและร่วมกันหาแนวทางแก้ปัญหาและร่วมกัน ฝึกการตุลสมการตามขั้นตอนที่ตนเองเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตุลสมการเป็นขั้นตอนได้ แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนโดยเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ยังไม่สามารถอธิบายและลงมือ ปฏิบัติตามขั้นตอนการตุลสมการได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องเข้าประกบหานักเรียนที่เิดแต่ละกลุ่ม โดยได้แนะนำและให้คำปรึกษาในสิ่งที่นักเรียนสงสัยหรือไม่เข้าใจ และคำถามที่นักเรียนส่วนใหญ่ถาม คือ “การตุลสมการในสภาวะกรดกับเบสคิดเหมือนหรือไม่” จากนั้นครูก็ได้อธิบายและพานักเรียน สรุปเป็นขั้นตอนโดยลงไปในแต่ละชั้นอย่างรายละเอียด จนนักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติและ ทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง จากการสังเกตพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ เปิด โดยผู้วิจัยได้สังเกตตั้งแต่ชั้นสร้างความสนใจและชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน พบว่านักเรียน

ที่ได้ดูวีดิทัศน์ที่บ้านก่อนมาทำกิจกรรมในห้องเรียน นักเรียนที่ได้ศึกษามาก่อนจะสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการดุลสมการรีดอกซ์ได้ มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และสามารถแก้ไขปัญหาในการทำโจทย์ในกิจกรรมได้ด้วย ส่วนนักเรียนที่ไม่ได้ดูวีดิทัศน์ที่บ้านมาก่อนจะทำให้เริ่มกิจกรรมได้ช้า เนื่องจากยังไม่เข้าใจเนื้อหาที่ครูต้องการจะสื่อสาร ซึ่งบางคนก็ให้เหตุผลว่าที่บ้านไม่มีอินเทอร์เน็ตหรืออุปกรณ์ที่จะสามารถดูวีดิทัศน์ได้ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายในห้องอีกรอบ เพื่อให้บรรยากาศในห้องเรียนดำเนินไปอย่างเรียบร้อย

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดซ์ การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา ในขั้นนี้เมื่อสิ้นสุดการวิจัยในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยทำการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายนั้นในแต่ละด้านพบว่านักเรียนมีทักษะการคิดทั้ง 3 ด้านเพิ่มขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางคนยังไม่ผ่านเกณฑ์ของคะแนนทั้งหมดในแต่ละด้าน ดังแสดงในตาราง 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	%	แปลผล
1. ทักษะการคิดวิเคราะห์	3.83	1.19	76.67	ดี
2. ทักษะการคิดสังเคราะห์	3.45	0.92	69.05	พอใช้
3. ทักษะการคิดประเมินค่า	4.10	0.96	81.90	ดี
เฉลี่ยรวม	3.79	1.02	75.87	ดี

จากตารางที่ 4.4 พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน แต่หลังจากการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดซ์ การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา ทั้ง 3 แผน พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 76.67 ($\bar{x} = 3.83, S.D. = 1.19$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 20 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 40 ($\bar{x} = 3.45, S.D. = 0.92$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิด

ประเมิน คิดเป็นร้อยละ 81.90 ($\bar{x} = 4.10$, $S.D. = 0.96$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน และพบว่าหลังเรียน นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน แต่หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ทั้ง 3 แผน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทั้งหมด 32 คน

(ภาคผนวก จ)

4.3.2.3 ชั้นสะท้อนผล (Reflection)

หลังการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 พบนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 33 คน จากบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงในวงจรปฏิบัติที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้ผ่านการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดในวงจรปฏิบัติที่ 2 แล้ว พบว่า มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 20 คน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถคิดขั้นสูงได้ นักเรียนอาจจะยังไม่เข้าใจการจัดกิจกรรม ไม่มีความกระตือรือร้นที่จะเข้าเรียนในห้องเรียนออนไลน์ (กลุ่มเฟซบุ๊ก) และไม่สนใจที่จะเรียนรู้ จากการสอบถามพบว่านักเรียนไม่ชอบเรียนรู้ด้วยตนเอง ชอบการฟังบรรยายมากกว่า เมื่อมีปัญหา นักเรียนจะไม่พยายามทำด้วยตนเอง จะคอยสอบถามผู้วิจัยและเพื่อนทันที ส่วนนักเรียนที่มีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ได้ทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 24 คน จากการสังเกตพบว่านักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับดี เมื่อมอบหมายงานให้ทำจะพยายามทำด้วยตนเอง เมื่อมีข้อสงสัยจะถามผู้วิจัย และตั้งใจฟังครูอธิบาย และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน สามารถสรุปและวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ดังนั้น กลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นนักเรียนที่ยังมีทักษะการคิดขั้นสูงไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 20 คน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ และสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ สามารถสรุปสภาพปัญหาและแนวทางแก้ไข จากการเก็บข้อมูลและการสังเกตของผู้วิจัย ที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางแก้ไข ดังแสดงในตาราง 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาในการการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
แผนที่ 57 ตัวรีดิวส์ และ ตัวออกซิไดซ์	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าดูวิดีโอ คลิปที่ครูได้แชร์ไว้ในกลุ่ม - นักเรียนบางคนไม่มีเอกสาร การเรียน เนื่องจากลืมเอามา 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยให้นักเรียนไปยืมคู่มือคลิปที่แชร์ก่อนเข้าเรียนในห้องเรียน ทุกครั้ง - ผู้วิจัยให้จัดใส่สมุดแทนแล้ว นำมาส่งย้อนหลังได้
แผนที่ 58 การตุลสมการ รีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนบางคนไม่สนใจทำ กิจกรรม และไม่ส่งงานตาม เวลาที่กำหนด - นักเรียนส่วนใหญ่ชอบลอก งานของเพื่อนมาส่ง ทำให้ไม่สามารถคิดและแก้โจทย์ด้วย ตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นำสนใจมากกว่านี้ และ คอยติดตามงานนักเรียนเป็น รายบุคคล - ผู้วิจัยคอยสังเกตพฤติกรรม นักเรียนที่มีนิสัยที่ชอบลอกงาน เพื่อนเป็นรายกรณี และคอย แนะนำในเนื้อหาที่ไม่เข้าใจเป็นพิเศษ
แผนที่ 59 การตุลสมการ รีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนบางกลุ่มยังทำ กิจกรรมไม่ทันเวลาที่กำหนด - นักเรียนส่วนใหญ่ลงข้อสรุป กิจกรรมไม่ครบถ้วนและไม่กล้า ตอบตอบคำถาม 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนมีการ แบ่งหน้าที่ให้เหมาะสมกับตัว นักเรียนเอง - ผู้วิจัยให้นักเรียนเอากลับไป บันทึกเพิ่มและส่งในคาบต่อไป

จากตารางที่ 4.5 พบว่า การจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดมีปัญหที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ ผู้วิจัยได้หาแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านั้น เพื่อปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ต่อไป

4.3.4 ผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

4.3.4.1 ขั้นการวางแผน (Planning)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากผลการสะท้อนการดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาทำการพิจารณาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จากการจัดการเรียนรู้เรื่อง ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน และการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา ได้แก่ มีการอธิบายเนื้อหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น กำหนดเวลาที่ชัดเจนในการดำเนินการตามกระบวนการคิดในแต่ละขั้น เพิ่มกิจกรรมทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดในชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน บอกเงื่อนไขการให้คะแนนในส่วนการเขียนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความละเอียดมากขึ้น วางแผนการจัดสิ่งแวดล้อมภายในชั้นเรียนด้วยการแบ่งโต๊ะเป็นกลุ่ม ๆ จากนั้นนำมาปรับปรุงใน จำนวนทั้งสิ้น 5 คาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 60 องค์กรประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 61 ประเภทของเซลล์กัลวานิก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 62 เซลล์อิเล็กโทร โลกติก

4.3.4.2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 59 องค์กรประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 60 ประเภทของเซลล์กัลวานิก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 61 เซลล์อิเล็กโทรโลกติก จำนวน 5 คาบ ซึ่งใช้ผู้วิจัยได้สร้างความสนใจโดยการให้นักเรียนไปศึกษาวิดีโอที่บ้าน เรื่อง ตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยามาก่อนดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 60 องค์กรประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า ผู้วิจัยมอบหมายวิดีโอให้นักเรียนได้ศึกษา โดยเลือกวิดีโอที่มีความยาวไม่เกิน 5-6 นาที โดยมอบหมายให้นักเรียนล่วงหน้า 1 วัน แต่ยังคงพบว่านักเรียนหลายคนยังไม่เข้าไปรับชมวิดีโอการสอน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้มอบหมายแบบฝึกหัด เพื่อประเมินความเข้าใจหลังชมวิดีโอ เมื่อนักเรียนส่งแบบฝึกหัดแล้วผู้วิจัยได้สะท้อนผลเป็นรายบุคคล แต่ยังคงพบว่านักเรียนส่งแบบฝึกหัดไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด เมื่อนักเรียนมาเรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนแบ่งกลุ่มนักเรียนตามสมาชิกกลุ่มเดิม นำเข้าสู่กิจกรรมโดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างปัญหาที่แตกต่างจากวิดีโอ ก่อนสรุปเนื้อหาอีกครั้ง และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสงสัย กล้าถามกล้าตอบมากขึ้นกว่าวงจรก่อนหน้า จากนั้นผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียน 8 คน ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียน จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมี

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คำตอบที่ตรงกันและสามารถคำนวณได้ถูกต้อง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 61 ประเภทของเซลล์กล้ามเนื้อ ผู้วิจัยมอบหมายวิดีโอให้นักเรียนได้ศึกษา โดยมอบหมายให้นักเรียนล่วงหน้า 1 วัน จากนั้นผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถามคนละ 1 คำถามบันทึกลงสมุด และสืบค้นข้อมูลทำผลงานเกี่ยวกับประเภทของเซลล์กล้ามเนื้อเพื่อประเมินความเข้าใจหลังชมวิดีโอ เมื่อนักเรียนมาเรียนรู้ในห้องเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของผลงานต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้เลือกผลงานที่น่าสนใจที่สุดออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และได้ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเรื่อง เซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ พบว่านักเรียนแต่ละส่วนใหญ่สามารถร่วมอภิปรายและสรุปการเรียนรู้ได้ ผู้วิจัยได้ชื่นชม และแนะนำในส่วนผลงานนักเรียนว่าควรปรับตัวหนังสือให้อ่านง่ายกว่านี้ และปรับสีสันทันที่น่าสนใจมากขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 62 เซลล์อเล็กโทรไลติก ผู้วิจัยมอบหมายวิดีโอให้นักเรียนได้ศึกษา โดยมอบหมายให้นักเรียนล่วงหน้า 1 วัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เข้ารับชมวิดีโอมากขึ้น จากนั้นผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนออกแบบการทดลองเรื่อง การชุบตะปูเหล็กด้วยสังกะสีที่ได้ศึกษาจากคลิปวิดีโอ เพื่อเป็นการประเมินความเข้าใจหลังชมวิดีโอ เมื่อนักเรียนมาเรียนรู้ในห้องเรียนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน คือ “เซลล์อเล็กโทรไลติกแตกต่างจากเซลล์กล้ามเนื้ออย่างไร” จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนศึกษาประกอบของเซลล์อเล็กโทรไลติกและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเซลล์โดยการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า จากวิดีโอคลิปออนไลน์ แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบเซลล์ อเล็กโทรไลต์กับเซลล์กล้ามเนื้อที่ได้ศึกษามา แล้วสรุปข้อแตกต่างของเซลล์อเล็กโทรไลต์กับเซลล์กล้ามเนื้อ จากนั้นนักเรียนแบ่งกลุ่มเดิม เพื่อทำการทดลอง เรื่อง การชุบตะปูเหล็กด้วยสังกะสี ซึ่งแต่ละกลุ่มสามารถดูการทดลอง เขียนอธิบายหลักการทดลองได้ และให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการชุบด้วยไฟฟ้าและหาข้อสรุปได้ พบว่านักเรียนเขียนผลการทดลองได้ครบถ้วน และจะมีนักเรียนบางคนที่ยังสรุปผลการทดลองยังไม่ถูกต้องครบถ้วนเท่าที่ควร

4.3.4.3 ขั้นการสังเกต (Observation)

หลังการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 จากการสังเกตพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด โดยผู้วิจัยได้สังเกตตั้งแต่ขั้นสร้างความสนใจและขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน พบว่านักเรียนที่ได้ดูวิดีโอที่ตนที่บ้านก่อนมาทำกิจกรรมในห้องเรียน นักเรียนที่

ได้ศึกษามาก่อนจะสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเซลล์เคมีไฟฟ้าได้ มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และสามารถแก้ไขปัญหาในการทำโจทย์ในกิจกรรมได้ด้วย ส่วนนักเรียนที่ไม่ได้ดูวิดีโอที่ค้นที่บ้านมาก่อนจะทำให้เริ่มกิจกรรมได้ช้า เนื่องจากยังไม่เข้าใจเนื้อหาที่ครูต้องการจะสื่อสาร ซึ่งบางคนก็ให้เหตุผลว่าที่บ้านไม่มีอินเทอร์เน็ตหรืออุปกรณ์ที่จะสามารถดูวิดีโอได้ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายในห้องอีกรอบ เพื่อให้บรรยากาศในห้องเรียนดำเนินไปอย่างเรียบร้อย ซึ่งผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงในตาราง 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	%	แปลผล
1. ทักษะการคิดวิเคราะห์	4.24	0.43	84.76	ดี
2. ทักษะการคิดสังเคราะห์	4.21	0.42	84.29	ดี
3. ทักษะการคิดประเมินค่า	4.52	0.51	90.48	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.33	0.45	86.51	ดี

จากตารางที่ 4.6 พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน แต่หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ทั้ง 3 วงจร พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 84.76 ($\bar{x} = 4.24$, $S.D. = 0.43$) คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 84.29 ($\bar{x} = 4.21$, $S.D. = 0.42$) คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 90.5 ($\bar{x} = 4.52$, $S.D. = 0.51$) (ภาคผนวก จ)

4.3.4.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง องค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า ประเภทของเซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรไลติก เมื่อสิ้นสุดการวิจัยในวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยทำการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายนั้นในแต่ละด้านพบว่านักเรียนมีทักษะการคิดทั้ง 3 ด้านเพิ่มขึ้น และนักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด 3 ด้าน ได้ทั้งหมดจำนวน 42 คน และจากบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงในวงจรปฏิบัติที่ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกคนสามารถคิดขั้นสูงได้ แต่อาจจะมียังนักเรียนบางคนที่ยังเข้าใจการจัดกิจกรรม

ค่อนข้างช้าจึงทำให้นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นที่จะเข้าเรียนทั้งในห้องเรียนออนไลน์ (กลุ่มเฟซบุ๊ก) และห้องเรียนปกติ จึงทำให้ ไม่ทันนักเรียนคนอื่น ๆ ในช่วงแรก แต่หลังจากได้รับการจัดการเรียน การสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด พบว่านักเรียน เริ่มมีความกระตือรือร้น และสนใจมากขึ้น เมื่อมอบหมายงานให้ทำจะพยายามทำด้วยตนเอง เมื่อมีข้อสงสัยจะถามผู้วิจัย และตั้งใจฟังครูอธิบาย และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน สามารถสรุปและ วิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และในระหว่างการปฏิบัติจริงปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลและ การสังเกตที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการจริงปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางแก้ปัญหา ดังแสดงใน ตาราง 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาในการการปฏิบัติการจริงปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
แผนที่ 60 องค์กรประกอบของ เซลล์เคมีไฟฟ้า	- นักเรียนส่วนใหญ่ทำกิจกรรม ที่มอบหมายได้ถูกต้องครบถ้วน แต่มีนักเรียนบางส่วนยังไม่ เข้าใจกิจกรรมที่มอบหมายให้	- ผู้วิจัยให้นักเรียนไปย้อนดูคลิป ที่แชร์ก่อนเข้าเรียนในห้องเรียน ทุกครั้ง และผู้วิจัยอธิบาย กิจกรรมที่มอบหมายให้ชัดเจน อีกครั้ง
แผนที่ 61 ประเภทของเซลล์ กัลวานิก	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุป และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนได้ ถูกต้อง ตรงเวลา แต่มีบางคน ยังไม่สามารถลงมือปฏิบัติ กิจกรรมด้วยตนเอง และไม่ส่ง งานตามเวลาที่กำหนด	- ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียน การสอนให้น่าสนใจมากกว่านี้ และคอยติดตามงานนักเรียน เป็นรายบุคคล และคอยแนะนำ ในเนื้อหาที่ไม่เข้าใจเป็นพิเศษ
แผนที่ 62 เซลล์อิเล็กโทรไลติก	- นักเรียนจัดแบ่งหน้าที่ กิจกรรมไม่ชัดเจนและส่วนใหญ่ เขียนข้อสรุปกิจกรรมไม่ ครบถ้วนและไม่กล้าตอบตอบ คำถามในห้องเรียน	- ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนมีการ แบ่งหน้าที่ให้เหมาะสมกับตัว นักเรียนเอง และกระตุ้นการ แสดงความคิดเห็นของนักเรียน ทุกคน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า การจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดมีปัญหที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยได้หาแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านั้น มาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติได้สำเร็จ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด 3) ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 4) ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม 5) ชี้นำเสนอหน้าชั้นเรียน 6) ขั้นขยายความรู้ และ 7) ขั้นประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด และแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และร้อยละ (%)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการดำเนินการวิจัยการเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติการ และนำมาปรับปรุงแก้ไขในวงจรถัดไป ดังนี้

5.1.1 สรุปผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากการวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 68.57 ($\bar{x} = 3.43, S.D. = 0.91$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 14 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 49 ($\bar{x} = 2.45, S.D. = 1.02$) มีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 75.24 ($\bar{x} = 3.76, S.D. = 1.05$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน และพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ทั้ง 3 แผน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 9 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน

5.1.2 สรุปผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากการวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 76.67 ($\bar{x} = 3.83, S.D. = 1.19$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 20 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 40 ($\bar{x} = 3.45, S.D. = 0.92$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 81.90 ($\bar{x} = 4.10, S.D. = 0.96$) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน และพบว่าหลังเรียน นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน แต่หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ทั้ง 3 แผน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทั้งหมด 22 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 20 คน

5.1.3 สรุปผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากการวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ทั้ง 3 วงจร พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 84.76 ($\bar{x} = 4.24, S.D. = 0.43$) คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 84.29 ($\bar{x} = 4.21, S.D. = 0.42$) คะแนนหลังเรียนด้านทักษะ

การคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 90.5 ($\bar{x} = 4.52$, $S.D. = 0.51$) และนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด 3 ด้าน ทั้งหมดคือ 42 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่ได้ดำเนินการตามรูปแบบกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ขั้นสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้ออภิปรายผล ดังนี้

จากการศึกษาผลการวิจัย พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนการทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน จึงนำนักเรียนเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า ทั้ง 3 แผน นักเรียน มีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้นโดยมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน จากการสังเกตของ ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนบางคนยังมีความต้องการของตัวเองทำให้ไม่สามารถสื่อสารกับเพื่อน ๆ ทำให้ ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นและอภิปรายต่าง ๆ กับสมาชิกภายในกลุ่ม เนื่องจากไม่สามารถตั้งคำถาม เลือกรวิธการแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง และนักเรียนบางคนไม่มีความสนใจ ไม่มีความรับผิดชอบใน การทำกิจกรรมบ้างกลุ่มไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์ในการทำกิจกรรมได้ เพราะนักเรียน มีการวางแผนในกลุ่มไม่ครอบคลุม ทำให้ไม่เป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ส่งผลให้การดำเนินการ ทดลองเมื่อเกิดปัญหาขึ้นนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ และยังไม่คุ้นเคยกับการใช้แบบ วัตทักษะการคิดขั้นสูง สำหรับวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยให้ความสำคัญและใส่ใจนักเรียนที่ยังไม่ผ่าน เกณฑ์มากยิ่งขึ้น โดยการปรับปรุงแก้ไขแผนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 4) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ ห้องเรียนกลับด้านนั้นจะมุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองตามทักษะ ความรู้ ความสามารถและสติปัญญาของเอกัตบุคคล (Individualized Competency) ตามอัตราความสามารถ ทางการเรียนแต่ละคน (Self-Paced) จากมวลประสบการณ์ที่ครูจัดให้ผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT หลากหลายประเภทในปัจจุบัน และเป็นลักษณะการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนอย่างอิสระ ทั้งด้านความคิดและวิถีปฏิบัติ และสอดคล้องกับแนวคิดของ ปางลีลา บุรพาพิชิตภัย (2558, น. 5-7) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการของการสืบสอบ นักเรียนจะได้เรียนรู้แบบส่วนบุคคลด้วยตนเอง โดยการค้นคว้าหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามของตนเอง นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือในกลุ่มที่จะดำเนินการขั้นตอนการสอบถามรายละเอียด

เพิ่มเติม นักเรียนจะทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ปัญหา 2) แนวคิดการวิจัย 3) รูปแบบสมมติฐาน 4) ทดสอบสมมติฐาน 5) รวบรวมและประมวลผลข้อมูล 6) สรุป และ 7) นำเสนองาน

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน จากการสังเกต พบว่า ในตอนแรกนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถคิดขั้นสูงได้ นักเรียนอาจจะยังไม่เข้าใจการจัดกิจกรรม ไม่มีความกระตือรือร้นที่จะเข้าเรียนในห้องเรียนออนไลน์ (กลุ่มเฟซบุ๊ก) และไม่สนใจที่จะเรียนรู้ จากการสอบถามพบว่านักเรียนไม่ชอบเรียนรู้ด้วยตนเอง ชอบการฟังบรรยายมากกว่า เมื่อมีปัญหา นักเรียนจะไม่พยายามทำด้วยตนเอง จะคอยสอบถามผู้วิจัยและเพื่อนทันที ส่วนนักเรียนที่มีที่มัทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ได้ทั้งหมด 3 ด้าน จากการสังเกต พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับดี เมื่อมอบหมายงานให้ทำจะพยายามทำด้วยตนเอง เมื่อมีข้อสงสัยจะถามผู้วิจัย และตั้งใจฟังครูอธิบาย และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน สามารถสรุปและวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน เนื่องจากครูจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ความมั่นใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการเลือกหัวข้อที่ตนสนใจรวมทั้งบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดูไม่เป็นทางการ ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกผ่อนคลายจากวิธีการเรียนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bergmann and Sams (2012, อ้างถึงใน วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 19-66) ที่กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านนั้นเป็นการสอนให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนของตนเอง และเรียนให้รู้จริง และยังเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้าน หรือเกิดการเรียนให้รู้จริงอย่างท่องแท้ นอกจากนี้ ยังทำให้พฤติกรรมของนักเรียนเปลี่ยนไป ซึ่งในห้องเรียนแบบเดิมจะเห็นได้ว่า นักเรียนนั่งฟัง รับคำสั่ง และรับถ่ายทอดแล้วตอบข้อสอบเพื่อพิสูจน์ว่าตนได้เรียนรู้จริงนั้นส่งผลต่อนักเรียนส่วนน้อย นักเรียนอีกจำนวนหนึ่งหมดความสนใจ และหลุดไปจากกระบวนการเรียนรู้ แต่ในห้องเรียนแบบกลับด้านนั้นเน้นเรียนให้รู้จริง ซึ่งนักเรียนจะต้องได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อวิดีโอที่ค้นที่น่าสนใจและให้ความเพลิดเพลินนอกจากนี้ ยังช่วยให้นักเรียนฝึกการฟัง การดูและวิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญได้ ทั้งนี้ยังมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาอยู่เสมอ รวมทั้งการเรียนไม่ใช่สิ่งที่กระทำต่อนักเรียน แต่กลายเป็นสิ่งที่นักเรียนเป็นเจ้าของเป็นผู้กระทำและจะเป็นทักษะที่ติดตัวตลอดไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิฆานนท์ ชุมแวงวาปี (2558, น. 7-14) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนรู้เป็นอย่างดีในเรื่องที่นักเรียนสงสัย นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านทางสังคมออนไลน์ ยังได้ใช้ฟังก์ชันการสนทนาเพื่อสอบถามประเด็นที่สงสัยและครูก็สามารถให้คำแนะนำต่อนักเรียนได้ทันที ส่วนนักเรียนที่ไม่ได้เรียนรู้ผ่านทางสังคมออนไลน์ นักเรียนจะจดบันทึกประเด็นที่สงสัยจากนั้นจะนำมาสอบถามครูในชั้นเรียน และครูสามารถใช้เวลาในชั้นเรียนในการตอบคำถามของนักเรียนได้อย่างดี

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน โดยนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูง ทั้ง 3 ด้าน และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกคน จากผลการสังเกตการณ์ การวัดทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิด ประเมินค่า การคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ เรียงตามลำดับ 3 ด้านด้วยกันคือ ด้านทักษะการ คิดประเมินค่า โดยแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถตัดสินใจและใช้กฎเกณฑ์ ในการตรวจสอบ (Checking) และการวิพากษ์ (Critiquing) เป็นอย่างดี รองลงมาคือทักษะการคิดวิเคราะห์โดยแสดงให้เห็นได้ว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแยกแยะข้อเท็จจริง สามารถให้ เหตุผล แสดงความคิดเห็น และสนับสนุนข้อสรุปด้วยข้อความขยาย มีเป้าหมายในการทำงานและ สามารถบริหารจัดการเวลาได้อย่างเหมาะสม และทักษะการคิดสังเคราะห์ในขั้นอภิปรายและนำเสนอ ร่วมกันภายในกลุ่ม นักเรียนสามารถอภิปรายและเปรียบเทียบข้อเท็จจริงได้ และทักษะการเรียนรู้ เพิ่มขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนศรี พรหมใจรักษ์ (2556, น. 59) ที่กล่าวว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลการประเมินดีขึ้นตามวงจรปฏิบัติการ ทั้งนี้เป็นเพราะตลอด ระยะเวลาของการเข้าร่วมกิจกรรม ผู้ศึกษาจะให้ความรู้ต่าง ๆ โดยเน้นเรื่องการปฏิบัติจริง โดยมีการ สังเกตพฤติกรรมและประเมินทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน แล้วนำข้อค้นพบมาปรับแก้แผนการจัด กิจกรรมต่อไปทันทีตามกระบวนการดำเนินงานของงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ วสันต์ ศรีหิรัญ (2560, น. 19-27) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับ ด้าน มุ่งเน้นการสร้างสร้งสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองตามทักษะความรู้ความสามารถและ สติปัญญาตามอัตราความสามารถทางการเรียนแต่ละคนจากกิจกรรมทั้งในห้องเรียนที่เกิดจากการ เรียนการสอนทางตรงจากผู้สอน และกิจกรรมนอกห้องเรียนจากผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT หลากหลาย ประเภทที่มีในปัจจุบัน ซึ่งนักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ในการศึกษาข้อมูลจากแหล่ง สารสนเทศผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT เพื่อให้เกิดนิเทศน์รวบยอดของเนื้อหาและทำความเข้าใจถึงความ เรือ่ราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด ที่สำคัญนั้น แต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง อีกทั้งเป็นการพัฒนาให้นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหา ได้อย่างชัดเจนและมีเหตุมีผลสามารถนำเอาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นนั้นไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ ในอนาคต

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะ การคิดขั้นสูงทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างดี เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน ค้นคว้าหาความรู้ และหาคำตอบด้วยตนเอง โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่าง แท้จริง การเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด

นักเรียนจะได้มีการเรียนรู้ทั้งนอกห้องและภายในห้องเรียนโดยใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีการเรียนรู้ในกลุ่มย่อย มีส่วนร่วมในการเรียนและลงมือปฏิบัติมากขึ้น นักเรียนสามารถแสดงข้อคิดเห็นหรือแสดงคำตอบที่สามารถเชื่อมโยงกับข้อสรุปได้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งและสอดคล้องกับงานวิจัย เฉลิมพร เตชะพะโลกุล และคณะ (2562, 173-187) ที่ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสำหรับนักเรียน และผลของการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้กรณีศึกษาเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ มี 5 ชั้นหลักที่สำคัญ ได้แก่

- 1) ขั้นทบทวนปัญหา ครูนำเสนอปัญหาและใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนต่อปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันค้นหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาเฉพาะที่ต้องการแก้ไข
- 3) ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา แต่ละกลุ่มค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและระบุข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดของแต่ละวิธี
- 4) ขั้นการตัดสินใจ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดโดยพิจารณาความเหมือนและความต่างในแต่ละวิธีและวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติตามวิธีการที่ได้เลือกไว้
- 5) ขั้นสะท้อนผลลัพธ์ แต่ละกลุ่มเสนอวิธีการแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนความคิดและคำแนะนำเพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้มากที่สุด คือ สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจร่วมกัน และสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wright (2015, pp. 1-77) ที่กล่าวว่าการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยแก้ปัญหาทักษะการคิดในวิชาชีววิทยาเรื่องเซลล์และพันธุศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ พบว่าการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยพัฒนาทักษะด้านการคิดของนักเรียนให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรทยา มณีรัตน์ (2560, น. 68-73) ที่กล่าวว่านักเรียนที่ได้รับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ควรปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา โดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบถัดไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.1.2 ผู้สอนควรศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดให้เข้าใจทุกขั้นตอนก่อนนำมาปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด

5.3.1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั้น ผู้วิจัยควรมีการกำหนดเวลาให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนได้วางแผนการปฏิบัติงานให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด และต้องวางแผน เตรียมใบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดหลากหลาย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่องเคมีไฟฟ้า ในระหว่างการจัดกิจกรรมในห้องเรียนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และนักเรียนสามารถร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่มได้ดี ดังนั้น ควรที่จะศึกษาวิจัยการจัดกิจกรรมรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ร่วมกับวิธีการสอนต่าง ๆ เช่น การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน หรือร่วมกับการสอนแบบเสริมศึกษา

5.3.2.2 จากผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงควรศึกษาการจัดทำสื่อวิดีโอการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน เนื่องจากวิดีโอที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีจำนวนค่อนข้างเยอะและบางวิดีโอมีการบรรยายที่ยาวเกินไป และทำให้นักเรียนไม่สนใจ ผู้วิจัยจึงควรจัดทำวิดีโอด้วยตนเอง ให้ตรงกับเนื้อหาที่สอน และมีความความยาวของวิดีโอไม่เกิน 5-6 นาที



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมีพลัด. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมีลติมิเดีย ผ่าน Google Classroom. *สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*. 108-126.
- กฤษณีย์ สุวรรณ และคณะ. (2554). ผลของการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูต่อนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6. *การประชุมทางวิชาการประจำปีของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2554*, 1-11.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษา 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- โรงเรียนสารคามพิทยาคม. (2562). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษาโรงเรียนสารคามพิทยาคม*. มหาสารคาม: โรงเรียนสารคามพิทยาคม.
- จเร ลวนางกูร. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองสำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8*, 369-380.
- จันทวรรณ ปิยะวัฒน์. (2558). *Flipping Your Class: ห้องเรียนกลับทาง*. สืบค้นจาก www.eqd.cmu.ac.th/Innovation/media/2558/Jantawan.pdf.
- จินตนา ศิริธัญญารัตน์. (2561). *การออกแบบระบบการเรียนการสอน (Instructional System Design)*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2557). *ระบบจัดการแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ : ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- ฉันททิพย์ ลีลิตธรรม. (2557). *การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการเรียนรู้ในห้องเรียนกลับทางร่วมกับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบภควันตภาพ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ:

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เฉลิมพร เตชะพะโลกุล และคณะ. (2562). การศึกษาการประยุกต์ห้องเรียนกลับด้านเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนในรายวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์. *วารสารชุมชนวิจัย*, 13(3), 173-187.

ชนน คันธาวีธรรม. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชบาพร พิมวัน. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม และมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ชลยา เมาะราชี. (2556). ผลการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการสอนแบบย้อนกลับร่วมกับห้องเรียนกลับด้านบนเครือข่ายสังคม ในรายวิชาการวิเคราะห์และแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

ดอกคุณ วงศ์วรรณวัฒนา. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*. 14(2), 429-447.

ทิตานนท์ ชุมแวงวาปี. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาสังคมศึกษา ส21103. *วารสารศึกษาศาสตร์: มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 38(4), 7-14.

ทิตานา แคมมณี, ศิริชัย กาญจนวาสี, พิมพันธ์ เดชะคุปต์, ศรินธร วิทยะสิรินันท์, นวลจิตต์ เขาวงกัรติพงศ์ และปัทมศิริ ธีรานูรักษ์. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์.

ทิตานา แคมมณี. (2551). *รูปแบบการเรียนการสอน ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตานา แคมมณี. (2555). *บัณฑิตศึกษาในศตวรรษที่ 21: การปรับหลักสูตรการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทีศนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์.
- นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์. (2552). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีแบบเปิด (Open Approach): กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 32(4), 76-80.
- นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism. *สถาบันส่งเสริมเทคโนโลยี*, 25(96), 13-14.
- นิชภา บุรีกาญจน์. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2545). *การประเมินการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด.
- ปางลีลา บูรพาพิชิตภัย. (2558). *The Flipped Classroom กับจัดการเรียนการสอนในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยะพงศ์ โชติพันธ์. (2556). การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง. *จูลสาร PBL วลัยลักษณ์*. 6(1), 8-9.
- ประมวล ศิริผั่นแก้ว. (2546). *การจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้*. สืบค้นจาก <http://www.ipst.ac.th/stat/assets//journal/jhikJan.pdf>.
- มนต์ภัส มโนการณ. (2561). การปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานกับการจัดการศึกษาเชิงพื้นที่. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 19(1), 1-15.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2554). ชั้นเรียนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Classroom) ในบริบทการใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). *เอกสารการประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 16*.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2552). *เอกสารโครงการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเอกสารประกอบการสัมมนา*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ยุพาพัทธ์ สะเดา. (2555). พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนภาษาไทยด้วยกระบวนการ Lesson Study ทรราชนำพา OPEN Approach (รูปแบบการสอนแบบเปิด). *วารสารวิชาการ*, 15(3), 24-35.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2556 เฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 7 รอบ 5 ธันวาคม 2554*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- รัตนศรี พรหมใจรักษ์. (2555). *การพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพ โดยใช้กิจกรรมค่ายการงานอาชีพและเทคโนโลยี (รายงานการศึกษา)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รณชัย กลิ่นกลา และคณะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(1), 211-217.
- รุ่งทิวา มากสุก. (2552). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึก (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2556). *ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน : ครูทุกคนทำได้ไม่ยาก*. กรุงเทพฯ: แฮ็สออฟ เคอร์มิสท์.
- พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต). (2544). *พัฒนาการแบบองค์รวมของเด็กไทย*. กรุงเทพฯ: ธรรมสภา.
- วรัทยา มณีรัตน์. (2560). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วสันต์ ศรีทริญ. (2560). *ห้องเรียนกลับด้านกับการคิดวิเคราะห์. วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 14(65), 19-27.
- วาโร เฟิงสวัสดิ์. (2557). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง*. กรุงเทพฯ: เอสอาร์พรีนติ้งแมสโปรดักส์.

- วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์ : สร้างห้องเรียนกลับด้าน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : เอส.อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- วิภาพรรณ พินลา. (2559). แนวทางการเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิชาสังคมศึกษา เพื่อการอยู่ร่วมกันในสังคมพหุวัฒนธรรมสำหรับครูในยุคศตวรรษที่ 21. *วารสาร Veridian E-Journal*. 9(1), 1443-1458.
- วีระยุทธ์ ขาดกะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 29-49.
- วันเฉลิม อุดมทวี. (2555). การพัฒนาความสามารถการคิดเชิงบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ภูมิศาสตร์ทวีปอเมริกาเหนือและใต้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based learning) ร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom) (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณมา ชุนเพ็ง. (2553). ผลการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- แวฮาซัน แวะหะมะ (2562). ผลการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการศึกษากว้างขวางที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รายวิชาการสร้างเว็บเพจเพื่อการประเมินผลทางการศึกษา. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. 30(1), 32-41.
- ศยามน อินสะอาด. (2559). การออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงระดับอุดมศึกษา. *วารสาร Veridian E-Journal*. 9(3), 906-922.
- ศรีประพร วงศ์กมลลาไสย. (2551). *การพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา สังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). *สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) กับการสอนคณิตศาสตร์. *นิตยสาร สสวท.* 49(209), 20-21.
- สุบิน ไชยยะ และคณะ. (2558). ทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของนิสิตศึกษามหาวิทยาลัย : กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี. *ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 3(21), 151-176.

- สุริมล ว่องวานิช. (2557). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). *การพัฒนาวิชาชีพครูสู่ยุคปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2* [จุลสาร]. แพร่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1-2.
- สุรกิจ ปรางสร และอรพงค์ แพทย์คชา. (2556). กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเว็บเควสท์กับทักษะการคิดขั้นสูง (Learning with a WebQuest on Higher Order Thinking Skills). *วารสารนักบริหาร*, 33(3), 83-93.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12* (พ.ศ. 2560-2564). กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *สภาวะการศึกษาไทย 2561/2562 การปฏิรูปการศึกษาในยุคดิจิทัล*. กรุงเทพฯ: สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษาสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *สภาวะการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2559/2560*. กรุงเทพฯ : บริษัททวานกราฟิก จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สมปอง พะมุลิลา. (2555). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ : Action Research*. สืบค้นจาก <http://www.nurse.ubu.ac.th/sub/knowledgedetail/Actionresearch.pdf>
- หทัยรัตน์ นาราษฎร์. (2561). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอน STAD* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อาลาวีเยะ สะอะ. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้ แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). สงขลา: นครินทร์: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เอกญารัตน์ ทองเจียว. (2549). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 2 จังหวัดกาญจนบุรี* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สามลดา.

- อรอนงค์ แคนจา และคณะ. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์. *การประชุมวิชาการเสนอมผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ*. 8(1), 3108-3117.
- อ้อมเดือน สดมณี และธราศุภร์ จันประเสริฐ. (2554). การพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม : จากแนวคิดสู่แนวทางปฏิบัติการ. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์*, 17(1), 19-30.
- Anderson, L. W., and Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Andrade, H. (2000). Using Rubrics to Promote Thinking and Learning. *Educational Leadership*. 25(5), 13-18.
- Andrew P. Johnson. (2012). *A Short Guide to Action Research (4th ed)*. Boston: Pearson Education.
- Arroyo-de D., Elenaa M. & Ibáñez-González, Joséb M. (2018). Analysis of two Leveling Courses in Chemistry: Objectives, Methodology, Assessments and Future Prospects. *International Conference on Higher Education Advances*. 177-184.
- Bagarukayo, E., Ssentamu, P., Mayisela T. and Brown C. (2016). Activity Theory as a Lens to Understand How Facebook Develops Knowledge Application Skills. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*. 12(3), 128-140.
- Bergmann, J. and Sams A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Day*. Washington DC: International Society for Technology in Education.
- Berrett, D. (2012). "How 'Flipping' the Classroom Can Improve The Traditional Lecture," *The Chronicle of Higher Education*. Retrieved from <http://chronicle.com/article/How-Flipping-the-Classroom/130857/>
- Beyer, B.K. (1987). *Practical Strategies for the Teaching of Thinking*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Bishop, J., and Verleger, M. (2013). *Testing the Flipped Classroom with Model-Eliciting Activities and Video Lectures in a Mid-Level Undergraduate Engineering Course*. Utah State: Embry-Riddle Aeronautical University.

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Bokosmaty, R., Bridgeman, A. and Muir, M. (2019). Using a Partially Flipped Learning Model to Teach First Year Undergraduate Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 629-639.
- Brame, C. (2013). *Flipping the Classroom*. Retrieved from <http://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/flipping-the-classroom/>.
- Carlson, Neil R. and Others. (2010). *Psychology: The Science of Behavior (7th ed.)*. Boston: Pearson International.
- Chalermprakiet University. (2017). *Flipped Classroom Instruction*. Retrieved from <https://www.hcu.ac.th/upload/files/2560/Flipped%20Classroom.pdf>
- Coghlan, D. and Brinnick, T. (2001). *Doing Action Research in Your Own Organization*. London : Sage.
- Corey, S. M. (1953). *Action Research and Improved School Practices*. New York: Columbia Teachers Collage.
- DfES. (2002). *Qualifying to Teach: Professional Standards for Qualified Teacher Status and Requirements for Initial Teacher Training*. Retrieved from <https://dera.ioe.ac.uk/4549/>
- Dodge, B. (1997). *Some Thoughts about Web Quests*. Retrieved from http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html
- Farrington, C.A., Roderick, M., Allensworth, E., Nagaoka, J., Keyes, T.S., Johnson, D.W., and Beechum, N.O. (2012). *Teaching Adolescents to Become Learners. The Role of Noncognitive Factors in Shaping School Performance: A Critical Literature Review*. Chicago: University of Chicago Consortium on Chicago School Research.
- Hamdan, N., McKnight, P. and McKnight, K. (2013). *Review of Flipped Learning*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/338804273_Review_of_Flipped_Learning/citation/download
- Holter, I. M. and Schwartz-Barcott, D. (1993). Action research: What Is It? How Has It Been Used and How Can It Be Used in Nursing?. *The Journal of Advanced Nursing*, 18, 298-304.

- Hwang, G.-J., Lai, C.-L., & Wang, S.-Y. (2015). Seamless Flipped Learning: A Mobile Technology-Enhanced Flipped Classroom with Effective Learning Strategies. *Journal of Computers in Education*, 2(4), 449-473.
- Inoue, Asao B. (2015). *Antiracist Writing Assessment Ecologies: Teaching and Assessing Writing for a Socially Just Future*. The WAC Clearinghouse: Parlor Press.
- Johnson, A. P. (2008). *A Short Guide to Action Research (3rd ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Kachka P. (2012). *Flipping the Classroom: What We Know and We Don't*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/275535019_FLIPPING_THE_CLASSROOM_WHAT_WE_KNOW_AND_WHAT_WE_DONT/link/5926e0c0aca27295a8003fbf/download.
- Kagan J. (1999). The Role of Parents in Children's Psychological Development. *Pediatrics*. 104(1), 7-164.
- Kaplan, P.S. (1990). *Educational Psychology for Tomorrow's Teacher*. St. Paul: West Publishing Company.
- Krathwohl ,D.R, Bloom, B.S. and Masia, B.B. (1999). *Taxonomy of Educational Objectives Book2/Affective Domain (2nd ed.)*. London: Longman Pub Group.
- Kauchak, D.P., and Eggen, P.D. 1993. *Learning and Teaching : Research-Based Method (2nd ed)*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kachka P. (2012). *Educator's Voice: What's All This Talk About Flipping?*, Retrieved from <http://www.pearsonlearningsolutions.com/academic-xecutives/blog/tag/flipped-classroom/>
- Kemmis and McTaggart. (2014). *The Action Research Planner Doing Critical Participatory Action Research*. Australia: Springer.
- Kemmis, S. and McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer (3rd ed.)*. Victoria: Deakin University.
- Krulik, S., and Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem – Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lage, M.J., Platt, G.J. and Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.

- Bruck L., Bretz S., and Towns M. (2009). *A Rubric to Guide Curriculum Development of Undergraduate Chemistry Laboratory: Focus on Inquiry*. Dordrecht: Springer.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Lewis, A., & Smith, D. (1993). Defining Higher Order Thinking. *Theory into Practice*. 32(3), 131-137.
- Libman, D., & Huang, L. (2013). Chemistry on the Go: Review of Chemistry Apps on Smartphones. *Journal of Chemical Education*, 90(3), 320-325.
- Long, T., Su, C., & Waugh, M. (2014). Using a Flipped-Classroom Instructional Model in A Large-Enrollment Undergraduate Genetics Class: An Action Research Study. *The University of Tennessee-Knoxville*, 109-119.
- Marcey, J. (2012). Transforming an Undergraduate Introductory Biology Course Through Cinematic Lectures and Inverted Classes: A Preliminary Assessment of the CLIC Model of The Flipped Classroom. *Paper present at Ahmanson Science Center, California Lutheran University*. 1-9.
- McMahon, W. (2013). *The Flipped Classroom 101*. Retrieved from http://www.downloads01.smartech.com/media/sitecore/en/pdf/smart_publication/edcompass.pdf.
- Marzano, R. J., Pickering, D. and McTighe, J. (1993). *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment Using the Dimensions of Learning Model*. Alexandria: McREL Institute.
- McNiff, J. (1988). *Action Research Principles and Practice*. London: Routledge Falmer.
- Olağanmi, E. E. (2017). The Effects of a Flipped Classroom Model of Instruction on Students' Performance and Attitudes Towards Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 26(1), 127-137.
- Pierce, R., Fox, J. (2012). Vodcasts and Active-Learning Exercises in a "Flipped Classroom" Model of a Renal Pharmacotherapy Module. *American journal of pharmaceutical education*, 76, 196.
- Quellmalz, E. S. (1985). Needed : Better Method for Testing Higher Order Thinking Skill. *Education Leadership*. 43(2), 29-35.

- Reilly and Oermann. (1999). *Clinical Teaching in Nursing Education*. 2nd ed. Bostos: Jones and Bartlett Publishers.
- Robert, J., Lewis, S. E., Oueini, R. and Mapugay, A. (2016). Coordinated Implementation and Evaluation of Flipped Classes and Peer-Led Team Learning in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(12), 1993-1998.
- Schoolwires. (2013). *The Flipped Classroom: A New Way to Look at Schools*. Available from www.schoolwires.com
- Schwartz, N. (2002). *Knowledge and Development of Science Teachers in The Context of Teaching Higher Order Thinking*. Jerusalem: Hebrew University of Jerusalem.
- Schultz, D., Duffield, S., Rasmussen, S. and Wageman, J. (2014). Effects of the Flipped Classroom Model on Student Performance for Advanced Placement High School Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 91, 1334-1339.
- Sergis, S., Sampson, D. G. and Pelliccione, L. (2018). Investigating The Impact of Flipped Classroom on Students' Learning Experiences: A Self-Determination Theory Approach. *Computers in Human Behavior*, 78, 368-378.
- Sirakaya, A., and Ozdemir, S. (2018). The Effect of a Flipped Classroom Model on Academic Achievement, Self-Directed Learning Readiness, Motivation and Retention. *Malaysian Online Journal of Education Technology*, 6, 76-91.
- Stringer, E. (1999). *Action Research* (2nded.). California: Sage
- Steinberg, L., and J. Belsky. (1991). *Infancy Childhood and Adolescence : Development in Context*. New York: McGraw-Hill.
- Susan M. Brookhart. (2010). *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*. Alexandria: ASCD Member Book.
- Tennessee, M. and McGlasson, B. (2006). *The Classroom Flip*. Retrieved from <http://www.fontbonne.edu/upload/TheclassroomFlip.ppt>
- Watson, S.L., & Reigeluth, C.M. (2008). The Learner-Centered Paradigm of Education. *Educational Technology*, 48(5), 42-48.

- Wright, S. (2011). The Flip: Why I use it, How I use it. Retrieved from <http://blogs.kqed.org/mindshift/2011/07/the-flip-why-i-love-it-how-i-use-it>.
- Yestrebky, C. L. (2015). Flipping the Classroom in a Large Chemistry Class-Research University Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1113-1118.
- Zheng, M., Chu, C.-C., Wu, Y. and Gou, W. (2018). The Mapping of On-Line Learning to Flipped Classroom: Small Private Online Course. *Sustainability*, 748(10), 1-14.
- Zohar, A. and Dori, Y. J. (2003). Higher Order Thinking Skills and Low Achieving Students: Are They Mutually Exclusive?. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145-182.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4	รหัสวิชา ว 32223	ภาคเรียนที่ 2/2563
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 ไฟฟ้าเคมี		จำนวน 1.5 หน่วยกิต
เรื่อง เลขออกซิเดชัน		เวลา 1 ชั่วโมง
สอนโดย นางสาวนัฐธารุจา สร้อยกุดเรือ		โรงเรียนสารคามพิทยาคม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2563 คาบที่.....		

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุเลขออกซิเดชันของธาตุต่าง ๆ ได้ (K)
2. คำนวณ ตรวจสอบค่าเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบหรือไอออนได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีความรับผิดชอบและมีระเบียบวินัยในการทำงาน มีความมุ่งมั่นในการทำงานและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

3. สาระสำคัญ

เลขออกซิเดชันเป็นค่าประจุไฟฟ้าที่สมมติขึ้นของไอออนหรืออะตอมของธาตุ โดยคิดจากจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้หรือรับหรือใช้ร่วมกับอะตอมของธาตุตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น เลขออกซิเดชันส่วนใหญ่เป็น

เลขจำนวนเต็มบวกหรือลบหรือศูนย์ในสารประกอบไอออนิก อะตอมมีการให้และรับอิเล็กตรอนแล้ว กลายเป็นไอออนบวกและไอออนลบ ดังนั้นเลขออกซิเดชันจึงตรงกับค่าประจุไฟฟ้าที่แท้จริง ซึ่งมีค่าเท่ากับ ประจุไฟฟ้าของไอออนนั้นๆ ในสารประกอบโคเวเลนต์ อะตอมของธาตุใช้อิเล็กตรอนร่วมกันไม่ได้มีการให้ และรับอิเล็กตรอนเหมือนกับในสารประกอบไอออนิก ดังนั้นในกรณีนี้เลขออกซิเดชันเป็นแต่เพียงประจุ สมมติ ส่วนอะตอมของธาตุใดจะมีค่าเลขออกซิเดชันเป็นบวกหรือลบ ให้พิจารณา ค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี อะตอมของธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่าจะมีเลขออกซิเดชันเป็นลบ ส่วนอะตอมของธาตุที่มีค่า อิเล็กโทรเนกาติวิตีต่ำกว่าจะมีเลขออกซิเดชันเป็นบวก ส่วนจะมีค่าบวกเท่าไรนั้นพิจารณาได้จากจำนวน เวเลนซ์อิเล็กตรอนที่อะตอมของธาตุนำไปใช้ร่วมกับอะตอมของธาตุอื่น

4. สารการเรียนรู้

- ความรู้ (Knowledge Skill: K)

1. ระบุเลขออกซิเดชัน

- ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด (Process Skill: P)

1. ความสามารถในการคิดขั้นสูง

คิดวิเคราะห์/สังเคราะห์/ประเมินค่า

2. การสื่อสาร การคำนวณ การใช้เทคโนโลยี และการแก้ปัญหา

- คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Affective Skill: A)

มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความรับผิดชอบและมีระเบียบวินัยในการทำงาน มีความมุ่งมั่นในการทำงาน และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะความรู้แบบเปิด (Open Inquiry)

เรียนที่บ้าน (Out Class Activities)

- นักเรียนแต่ละคนจะได้รับมอบหมายให้กลับไปศึกษาเนื้อหาในเรื่อง เลขออกซิเดชัน จากวิดีโอที่ครูได้แขวนไว้ในกลุ่มเฟซบุ๊กประจำห้อง ซึ่งวิดีโอที่ครูดังกล่าวมาจากยูทูป และนักเรียน สามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ด้วยตนเอง จากหนังสือเรียนหรือจากแหล่งอื่น ๆ พร้อมทั้งจัดบันทึกแบบคอร์เนลลี่โดยแบ่งเป็น 3 ช่อง และบันทึกตามรูปแบบของตนเอง

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับวิดีโอที่ครูได้แขวนไว้ในกลุ่ม ซึ่งถามถึงความเข้าใจและในวิดีโอที่ครูได้ พุดถึงเกี่ยวกับอะไรบ้าง (โดยครูมีการแขวนวิดีโอที่ครูเรื่อง เลขออกซิเดชัน ในกลุ่มเฟซบุ๊กประจำห้อง)

2. นักเรียนช่วยกันสรุป เรื่อง เลขออกซิเดชัน ที่มอบหมายให้ศึกษาล่วงหน้าจากวีดิทัศน์เรื่อง ออกซิเดชัน โดยให้นักเรียนทุกคนศึกษาจากวีดิทัศน์ที่ครูได้แนะนำและแขวนไว้ในกลุ่มเฟซบุ๊กประจำ ห้องเรียนสามารถที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเลขออกซิเดชันได้ พร้อมกับจดบันทึกแบบคอร์เนลล์ และ ทำ Mind Map จากแนวคิดของโทนี บูซาน จากนั้นครูช่วยนักเรียนสรุปอีกครั้งว่า

“สมบัติของธาตุตามหมู่ตามคาบ ได้แก่ เลขออกซิเดชัน”

เลขออกซิเดชัน หรือสถานะออกซิเดชัน (Oxidation State)

คือค่าประจุของแต่ละอะตอม (ถ้าถือว่าการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์) ใน โมเลกุล โดยมีหลักการในการกำหนดเลขออกซิเดชันดังนี้

1. เลขออกซิเดชันของธาตุอิสระมีค่าเป็น 0 เช่น Na, O₂ และ P₄

2. โลหะแอลคาไล (alkali metal = หมู่ IA) มีเลขออกซิเดชันเป็น +1

โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท (หมู่ IIA) มีเลขออกซิเดชันเป็น +2

3. H มีเลขออกซิเดชันเป็น +1 ยกเว้นเมื่อเป็นสารประกอบโลหะไฮไดรด์ เช่น NaH
อะตอมของธาตุ H มีเลขออกซิเดชันเป็น -1

4. O มีเลขออกซิเดชันเป็น -2 ยกเว้นในสารประกอบเปอร์ออกไซด์ (peroxide) และ สารประกอบซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide)

– สารประกอบเปอร์ออกไซด์ เช่น H₂O₂ อะตอมของธาตุ O มีเลขออกซิเดชันเป็น -1

และ

– สารประกอบซูเปอร์ออกไซด์ เช่น Na₂O₂ อะตอมของธาตุ O มีเลขออกซิเดชันเป็น -

1/2

5. เลขออกซิเดชันของไอออนอะตอมเดี่ยวมีค่าเท่ากับประจุของไอออนนั้น เช่น

– Na⁺ มีเลขออกซิเดชันเป็น +1

– O²⁻ มีเลขออกซิเดชันเป็น -2

เลขออกซิเดชันของไอออนที่เป็นหมู่อะตอมมีผลรวมของเลขออกซิเดชันเท่ากับประจุของไอออน นั้น เช่น

– SO₄²⁻ อะตอมของธาตุ S มีเลขออกซิเดชันเป็น +6 และอะตอมของธาตุ O

มีเลขออกซิเดชันเป็น -2

6. ผลรวมของเลขออกซิเดชันของสารที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีค่าเป็น 0 เช่น

- NaCl อะตอมของธาตุ Na มีเลขออกซิเดชันเป็น +1 และ อะตอมของธาตุ Cl มีเลขออกซิเดชันเป็น -1 ส่วน

- HNO₃ อะตอมของธาตุ H มีเลขออกซิเดชันเป็น +1 อะตอมของธาตุ N มีเลขออกซิเดชันเป็น +5 และอะตอมของธาตุ O มีเลขออกซิเดชัน เป็น -2

3. ครุยกตัวอย่างการคำนวณหาเลขออกซิเดชันให้นักเรียนดู และร่วมกันตอบคำถาม

ตัวอย่างที่ 1 จงหาเลขออกซิเดชันของ Cr ใน Cr₂O₇²⁻

วิธีทำ ผลรวมเลขออกซิเดชันของอะตอมทั้งหมดเท่ากับ -2

O มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -2

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} 2\text{Cr} + 7(-2) &= -2 \\ 2\text{Cr} &= -2 + 14 \\ \text{Cr} &= +6 \end{aligned}$$

ดังนั้น Cr มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ +6

ตัวอย่างที่ 2 จงหาเลขออกซิเดชันของ S ใน Na₂S₄O₆

$$\begin{aligned} ((+1) \times 2) + (S \times 4) + ((-2) \times 6) &= 0 \\ S &= +10/4 \end{aligned}$$

ดังนั้น S มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ +10/4

5.2 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (10 นาที)

1. นักเรียนตั้งคำถามคนละ 1 คำถามที่ได้เตรียมไว้แล้วล่วงหน้าโดยมาจากการจดบันทึกแบบคอร์เนลล์ ในช่องการตั้งคำถาม และสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบและอภิปราย จากนั้นเมื่อนักเรียนที่ตั้งคำถามนั้นๆ ได้คำตอบแล้วก็จะเขียนคำตอบลงในสมุดบันทึก

2. ครุนำเสนอปัญหาชี้แจงกิจกรรมโดยปัญหาที่นำเสนอ คือ นักเรียนและครูสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับเลขออกซิเดชัน โดยครูใช้คำถามประกอบ ดังนี้

- ปฏิกิริยาเคมีคืออะไร (การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้น)

- เมื่อสารเคมีสองชนิดหรือมากกว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น องค์ประกอบของอะตอมของสารมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร และทำให้ธาตุหรือสารประกอบชนิดนั้นมีคุณสมบัติที่สังเกตได้เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร (มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของธาตุ)

- “เลขออกซิเดชันของธาตุชนิดต่าง ๆ มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย (แนวตอบ : ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุหมู่ของธาตุ และชนิดของสารประกอบของธาตุนั้นๆ)

5.3 ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (10 นาที)

1. นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาในข้างต้นมาใช้ในการตอบปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และได้ฝึกกระบวนการคิด โดยนักเรียนอาจจะปรึกษากับกลุ่มเพื่อนและช่วยกันทำโจทย์ที่ครูได้มอบหมายตามกระบวนการขั้นตอนการคิดการหาเลขออกซิเดชัน จากหนังสือ และแหล่งการเรียนรู้ ในการทำแบบฝึกหัด 11.1 และใบความรู้ที่ 11.1

ทำการบ้านที่โรงเรียน (Flipped Classroom)

5.4 ชั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

1. นักเรียนนำเสนอคำตอบต่อเพื่อนในกลุ่มและร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดในการตอบคำถามของกันและกัน โดยเมื่อมีเพื่อนนำเสนอนักเรียนคนอื่น ๆ ก็ทำการบันทึกแนวคำตอบของเพื่อนพร้อมเหตุผล โดยครูคอยเดินกระตุ้นให้ในแต่ละกลุ่มเกิดการตั้งคำถามเพื่อให้เพื่อนได้แสดงเหตุผลของแนวคิดในการตอบคำถามนั้น ๆ

2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 6-7 คน แบ่งตามความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อทำกิจกรรมร่วมกันในห้องเรียน โดยครูจะให้นักเรียนเล่นเกมปริศนา “เลขออกซิเดชัน” โดยให้นักเรียนมารับบัตรภาพทั้งหมด 16 บัตร (บัตรภาพด้านจะเป็นข้อสารตามสูตรโมเลกุล ด้านหลังจะเป็นรูปภาพ)

3. นักเรียนทายปริศนาภาพทั้ง 4 ว่าเป็นภาพอะไร โดยดำเนินการดังนี้

3.1 ให้นักเรียนหาเลขออกซิเดชันของธาตุที่ขีดเส้นใต้แล้วบันทึกในแบบบันทึกกิจกรรม แล้วนำตัวเลขคำตอบที่ได้มาต่อให้ได้ตามภาพปริศนาที่กำหนดให้ก็จะปรากฏภาพที่สมบูรณ์ (โดยมีข้อแม้ว่าห้ามนักเรียนดูภาพด้านหลังจนกว่าจะต่อครบ 4 แผ่นในแต่ละภาพ)

3.2 นักเรียนกลุ่มใด หาเลขออกซิเดชันได้ถูกต้องทุกภาพและตอบคำถามได้ถูกต้องทั้ง 4 ภาพ โดยใช้เวลาน้อยที่สุดจะเป็นกลุ่มที่ชนะ

-3	+5
+6	-2

ภาพที่ 1

-1	+7
+6	+4

ภาพที่ 2

+4	+1
+2	+5

ภาพที่ 3

+7	+3
+2	-1

ภาพที่ 4

บัตรภาพทั้งหมด

NH_3	FeO_4^{3-}	K_2FeO_4	H_2S
NH_4Cl	KMnO_4	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Na_2SnO_3
MnO_2	Na_2S	CuCl_2	AgNO_3
HClO_4	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	PbI_2	KI

5.5 ชื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด

- ครูให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคำตอบที่แตกต่าง โดยอาจเลือกกลุ่มเฉพาะคำตอบที่มีความแตกต่างกันเพื่อให้เกิดความหลากหลายของแนวคิดในการตอบปัญหา
- ครูนำนักเรียนเชื่อมโยงแนวคำตอบเพื่อสรุปสาระสำคัญในเรื่อง เลขออกซิเดชัน

3. เมื่อแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันทำกิจกรรมและพูดคุยร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่มแล้ว จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายจากคำถามที่ครูถาม และครูตั้งคำถามดังนี้

1) จากกิจกรรม ธาตุอิสระทุกชนิดจะมีเลขออกซิเดชันเท่ากับเท่าใด (แนวตอบ : ศูนย์)

2) เลขออกซิเดชันของออกซิเจนในสารประกอบซูเปอร์ออกไซด์และสารประกอบเปอร์ออกไซด์มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (แนวตอบ : ไม่เท่ากัน ในสารประกอบซูเปอร์ออกไซด์ ออกซิเจนจะมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ

$-\frac{1}{2}$ ส่วนในสารประกอบเปอร์ออกไซด์ ออกซิเจนจะมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -1)

3) ธาตุแทรนซิชันทุกตัวจะมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่าใช่หรือไม่ (แนวตอบ : ไม่ใช่ Ag Zn และ Sc จะมีเลขออกซิเดชันได้ค่าเดียว โดย Ag มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+1$ Zn มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+2$ และ Sc มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+3$)

4) สารประกอบจะมีผลรวมของเลขออกซิเดชันเป็นเท่าใด (แนวตอบ : ศูนย์)

5.6 ขันขยายความรู้

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับความหมายของเลขออกซิเดชัน การหาเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบหรือไอออนต่าง ๆ ที่นักเรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาแล้วเพิ่มเติมเช่น การหาเลขออกซิเดชันของธาตุที่ขีดเส้นใต้ ดังต่อไปนี้ KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, PO_4^{3-} , NH_4^+ ($\text{Mn} = +7$, $\text{Cr} = +6$, $\text{Fe} = +3$, $\text{P} = +5$, $\text{N} = -3$)

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสำคัญของเลขออกซิเดชัน และเกณฑ์การหาเลขออกซิเดชันหลักเกณฑ์ในการกำหนดค่าเลขออกซิเดชัน

การกำหนดเลขออกซิเดชันมีเกณฑ์ดังนี้

1. เลขออกซิเดชันของธาตุอิสระทุกชนิดไม่ว่าธาตุนั้นหนึ่งโมเลกุลจะประกอบด้วยกี่อะตอมก็ตามมีค่าเท่ากับศูนย์ เช่น Na, Zn, Cu, He, H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 , P_4 , S_8 ฯลฯ มีเลขออกซิเดชันเท่ากับศูนย์

2. เลขออกซิเดชันของไฮโดรเจนในสารประกอบโดยทั่วไป (H รวมตัวกับโลหะ) เช่น HCl, H_2O , H_2SO_4 ฯลฯ มีค่าเท่ากับ $+1$ แต่ในสารประกอบไฮไดรด์ของโลหะ (H รวมตัวกับโลหะ) เช่น NaH, CaH_2 ไฮโดรเจนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -1

3. เลขออกซิเดชันของออกซิเจนในสารประกอบโดยทั่วไปเท่ากับ -2 แต่ในสารประกอบเปอร์ออกไซด์ เช่น H_2O_2 และ BaO_2 ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -1 ในสารประกอบซูเปอร์ออกไซด์

ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $-1/2$ และในสารประกอบ OF_2 เท่านั้น ที่ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+2$

4. เลขออกซิเดชันของไอออนที่ประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกันมีค่าเท่ากับประจุที่แท้จริงของไอออนนั้น เช่น Mg^{2+} ไอออน มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+2$, F^- ไอออนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -1 เป็นต้น

5. ไอออนที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่าหนึ่งชนิด ผลรวมของเลขออกซิเดชันของอะตอมทั้งหมดจะเท่ากับประจุที่แท้จริงของไอออนนั้น เช่น SO_4^{2-} ไอออน เท่ากับ -2 เลขออกซิเดชันของ NH_4^+ ไอออนเท่ากับ $+1$ เป็นต้น

6. ในสารประกอบใดๆ ผลบวกของเลขออกซิเดชันของอะตอมทั้งหมดเท่ากับศูนย์ เช่น H_2O H มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+1$ แต่มี H 2 อะตอม จึงมีเลขออกซิเดชันทั้งหมด เท่ากับ $+2$ O มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -2 เมื่อรวมกันจะเท่ากับศูนย์เป็นต้น

- เกณฑ์เพิ่มเติม

1. ธาตุหมู่ IA , IIA , IIIA ในสารประกอบต่างๆ มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+1$, $+2$, $+3$ ตามลำดับ

2. ธาตุโลหะส่วนใหญ่ในสารประกอบมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า เช่น Cl ใน HCl HClO HClO₂ HClO₃ และ HClO₄ มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -1 , $+1$, $+3$, $+5$ และ $+7$ ตามลำดับ

3. ธาตุทรานซิชันส่วนใหญ่มีเลขออกซิเดชันได้มากกว่าหนึ่งค่า เช่น Fe ใน FeO และ Fe₂O₃ มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ $+2$ และ $+3$ ตามลำดับ

- การหาเลขออกซิเดชัน

การหาเลขออกซิเดชันอาจทำได้โดยวิธีดังนี้

1. สมมติเลขออกซิเดชันของธาตุที่ต้องการหา
2. นำค่าเลขออกซิเดชันของธาตุที่ทราบแล้ว และเลขออกซิเดชันของธาตุที่ต้องการหาเขียนเป็นสมการ แล้วแก้สมการเพื่อหาเลขออกซิเดชันของธาตุดังกล่าว

3. สำหรับสารประกอบไอออนิก ที่ประกอบด้วยไอออนเชิงซ้อน และไม่ทราบค่า เลขออกซิเดชันของธาตุมากกว่า 1 ธาตุ เมื่อต้องการหาค่าเลขออกซิเดชันของธาตุ ควรแยกเป็นไอออนบวกและไอออนลบก่อน จึงสมมติค่าเลขออกซิเดชันของธาตุที่ต้องการหา แล้วนำค่าเลขออกซิเดชันของธาตุนั้นมาทราบแล้วกับธาตุที่ต้องการทราบไปเขียนสมการ จากนั้นจึงแก้สมการเพื่อหาเลขออกซิเดชันของธาตุดังกล่าว

3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง เลขออกซิเดชันว่ามีส่วนไหนบ้างที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

5.7 ชั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนทำใบงาน 11.1.1 เรื่อง เลขออกซิเดชัน และอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ

2. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 11.1.2 เรื่อง ปริศนาเลขออกซิเดชัน
3. สังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมและการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม
4. สมุดจดบันทึก

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) ใบงานที่ 11.1 เรื่อง เลขออกซิเดชัน
- 2) กิจกรรมที่ 11.1.2 เรื่อง ปริศนาเลขออกซิเดชัน
- 3) สมุดจดบันทึก

6.2 แหล่งเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 (สสวท.) เรื่อง ไฟฟ้าเคมี
- 2) ใบความรู้ เรื่อง เลขออกซิเดชัน
- 3) วิดีโอคลิป เรื่อง เลขออกซิเดชัน
- 4) อินเทอร์เน็ต

<https://www.facebook.com/groups/2355771947863894/>

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
พุทธิพิสัย			
ระบุเลขออกซิเดชัน	- ใบกิจกรรมที่ 11.1 เรื่อง เลขออกซิเดชัน	- ตรวจให้คะแนน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ทักษะพิสัย			
คำนวณ ตรวจสอบค่าเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบหรือไอออนได้	- กิจกรรมที่ 11.1.2 เรื่อง ปริมาณเลขออกซิเดชัน	- ตรวจให้คะแนน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
คุณลักษณะอันพึงประสงค์			
มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีความรับผิดชอบและมีระเบียบวินัยในการทำงาน มีความมุ่งมั่นในการทำงานและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตการทำกิจกรรมกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้หรือระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

บันทึกผลหลังจัดการเรียนการสอน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10)

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....
.....
.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....
.....

3. แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวนัฐารุจา สร้อยกุดเรือ)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

...../...../.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ครูพี่เลี้ยง

(นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม)

...../...../.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบความรู้ที่ 11.1

เรื่อง เลขออกซิเดชัน

เลขออกซิเดชัน (Oxidation number)

เลขออกซิเดชัน เป็น ค่าประจุไฟฟ้า หรือประจุสมมุติของอะตอมหรือไอออนของธาตุ โดยคิดจากจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้หรือรับตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

เมื่อธาตุต่างๆ รวมกันเป็นสารประกอบธาตุที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเป็นบวกและมีค่าเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้นั้น ส่วนธาตุที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเป็นลบ และมีค่าเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่รับนั้น ตัวอย่างเช่น Zn เมื่อเกิดเป็นสารประกอบ จะให้อิเล็กตรอน 2 ตัว กลายเป็น Zn^{2+} ดังนั้นจึงมีเลขออกซิเดชัน +2

Na เป็น Na^+ ให้อิเล็กตรอน 1 ตัว จึงมีเลขออกซิเดชัน = +1

Al เป็น Al^{3+} ให้อิเล็กตรอน 3 ตัว จึงมีเลขออกซิเดชัน = +3

Cl เป็น Cl^- รับอิเล็กตรอน 1 ตัว จึงมีเลขออกซิเดชัน = -1

O เป็น O^{2-} รับอิเล็กตรอน 2 ตัว จึงมีเลขออกซิเดชัน = -2

การพิจารณาการให้หรือรับอิเล็กตรอนจะใช้เกณฑ์จากค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี ธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่าจะเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน ในขณะที่ธาตุซึ่งมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่ำกว่าจะเป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอน

โดยทั่วไปเมื่อใช้ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีเป็นเกณฑ์ ธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่ำจะมีเลขออกซิเดชันเป็นบวก และธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่าจะมีเลขออกซิเดชันเป็นลบ ธาตุบางชนิด เช่น ธาตุแทรนซิชัน (Mn, Fe, Co, Ni) ธาตุอโลหะหมู่ VA (P, N) หมู่ VIA (O, S) หมู่ VIIA (Cl, Br, I) อาจจะมีเลขออกซิเดชันได้ทั้งค่าบวก ลบ ศูนย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีเปรียบเทียบกับระหว่างอะตอมของธาตุในสารประกอบนั้น

เช่น เลขออกซิเดชันของ Cl ใน HCl, Cl_2 , HClO, $HClO_2$, $HClO_3$, และ $HClO_4$ มีค่าเป็น -1, 0, +1, +3, +5, และ +7 ตามลำดับ

เลขออกซิเดชันของ Mn ใน Mn, $Mn(OH)_2$, $Mn(OH)_3$, MnO_2 , K_2MnO_4 และ $KMnO_4$ เป็น 0, +2, +3, +4, +6, และ +7 ตามลำดับ

ก. วิธีคิดเลขออกซิเดชันในสารประกอบไอออนิก

เนื่องจากธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบไอออนิก มีการให้และรับอิเล็กตรอน อย่างชัดเจน จึงแสดงค่าประจุไฟฟ้าที่ชัดเจน ทำให้หาค่าของเลขออกซิเดชันได้ง่าย เช่น

Na ให้อิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอนแก่ Cl ทำให้เป็น Na^+ และ Cl^-

เพราะฉะนั้นเลขออกซิเดชันของ Na = +1 และ Cl = -1

ข. วิธีคิดเลขออกซิเดชันในสารประกอบโคเวเลนต์

เนื่องจากธาตุที่มารวมกันเป็นสารประกอบโคเวเลนต์มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันโดยไม่มีกรให้หรือรับอิเล็กตรอน การพิจารณาเลขออกซิเดชันจึงต้องพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกัน โดยถือว่า อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันทั้งหมด เป็นของธาตุที่มีอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า ซึ่งทำให้ธาตุดังกล่าวมีเลขออกซิเดชันเป็นลบ

พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้



HCl มีการใช้อิเล็กตรอน 1 คู่ โดยที่ Cl มีอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า H ดังนั้น อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันจึงเปรียบเสมือนกับเป็นของ Cl ทำให้ได้อิเล็กตรอนเกิน 1 อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันของ Cl จึงเป็น -1 ในขณะที่ของ H เป็น +1



มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ โดยที่ O มีอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า C จำนวนอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันทั้งหมดจึงเป็นของ O เท่ากับว่า O ทางซ้าย ได้รับอิเล็กตรอนจาก C มา 2 อิเล็กตรอน ในทำนองเดียวกัน O ทางขวาก็รับอิเล็กตรอนจาก C 2 อิเล็กตรอน ดังนั้น O แต่ละอะตอมจึงคล้ายกับได้รับ 2 อิเล็กตรอน จึงมีเลขออกซิเดชันเป็น -2 ในขณะที่ C เสียอิเล็กตรอน จึงมีเลขออกซิเดชันเป็น +4

จากวิธีการหาเลขออกซิเดชันดังกล่าว จึงได้นำมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์กำหนดค่าเลขออกซิเดชันของธาตุต่างๆ

1. ธาตุอิสระทุกชนิด มีเลขออกซิเดชัน = 0

ธาตุอิสระดังกล่าวไม่ว่าจะอยู่ในรูปของอะตอม หรือโมเลกุล ไม่ว่าจะมิก่อะตอมในโมเลกุล เช่น Na, H₂, S₈, P₄ ต่างก็มีเลขออกซิเดชันเป็น 0

2. เลขออกซิเดชันของไอออน = ประจุของไอออน เช่น

Mg²⁺ มีเลขออกซิเดชัน = +2

Al³⁺ มีเลขออกซิเดชัน = +3

S²⁻ มีเลขออกซิเดชัน = -2

3. เลขออกซิเดชันของธาตุบางชนิดในสารประกอบมีค่าเฉพาะตัวดังนี้

ก. เลขออกซิเดชันของโลหะแอลคาไล ได้แก่ โลหะหมู่ IA เช่น Li, Na, K, Rb, Cs

ในสารประกอบมีค่าเท่ากับ +1

ข. เลขออกซิเดชันของโลหะแอลคาไลน์เอิร์ท ได้แก่ โลหะหมู่ที่ IIA เช่น Mg, Ba, Ca

ในสารประกอบมีค่าเท่ากับ +2

ค. เลขออกซิเดชันของออกซิเจน (O) ในสารประกอบทั่วไปมีค่าเท่ากับ -2 ยกเว้น

- สารประกอบเปอร์ออกไซด์ เช่น H₂O₂, BaO₂, Na₂O₂ O มีเลขออกซิเดชันเป็น -1

- สารประกอบซูเปอร์ออกไซด์ เช่น NaO₂, KO₂ O มีเลขออกซิเดชันเป็น -1/2 ใน

OF₂ เป็น +2

ง. เลขออกซิเดชันของไฮโดรเจนในสารประกอบทั่วไปเป็น +1 ยกเว้น ในสารประกอบไฮ

ไดรด์ เช่น NaH, CaH₂, AlH₃, เป็น -1

4. ในสารประกอบใดๆ “ผลรวมของเลขออกซิเดชันของทุกอะตอมเท่ากับศูนย์” เช่น

เลขออกซิเดชันของสารประกอบ KMnO₄ = 0

เลขออกซิเดชันของสารประกอบ MnO₂ = 0

5. ในไอออนที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่า 1 ชนิด “ผลรวมของเลขออกซิเดชันของทุกอะตอมเท่ากับประจุของไอออน” เช่น

เลขออกซิเดชันของ MnO₄⁻ = -1

เลขออกซิเดชันของ Cr₂O₇²⁻ = -2

ใบงานที่ 11.1.1

เรื่อง เลขออกซิเดชัน

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับเลขออกซิเดชัน

1. ไอออนธาตุหมู่ 1A และหมู่ 2A มีเลขออกซิเดชันเท่ากับเท่าใด ตามลำดับ
.....
2. จงระบุเลขออกซิเดชันของแต่ละธาตุในสารประกอบ NH_4Cl
.....
3. จงระบุเลขออกซิเดชันของแต่ละธาตุในสารประกอบ KMnO_4
.....
4. สารต่อไปนี้ P_4 S^{2-} NH_3 S_8 CO_3^{2-} CO_2 NO_2^- และ CO สารใดมีเลขออกซิเดชันเท่ากับศูนย์
.....
5. ธาตุ O และ Cr ในสารประกอบ OF_2 และ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ มีเลขออกซิเดชันเท่ากับเท่าใด ตามลำดับ
.....
6. สารต่อไปนี้ O_2 CO_2 H_2O และ H_2O_2 สารใดที่ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับศูนย์
.....
7. สารต่อไปนี้ NH_3 H_2O NaH และ HClO_3 สารใดที่ไฮโดรเจนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ -1
.....
8. สารต่อไปนี้ HCl HClO HClO_2 และ HClO_3 สารใดที่คลอรีนมีเลขออกซิเดชันสูงที่สุด
.....
9. เลขออกซิเดชันของ X ใน $\text{KX}(\text{SO}_4)_2$ $[\text{X}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ $\text{K}_2\text{X}(\text{CN})_6$ และ $[\text{X}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Br}_3$ มีค่าเท่าใดตามลำดับ
.....

ใบกิจกรรมที่ 11.1.2 ปริศนาเลขออกซิเดชัน

คำชี้แจง

1. นักเรียนจับกลุ่มกับเพื่อน กลุ่มละ 4-5 คน โดยครูจะให้นักเรียนเล่นเกมปริศนา “เลขออกซิเดชัน” โดยให้นักเรียนมารับบัตรภาพทั้งหมด 16 หมด (บัตรภาพด้านจะเป็นชื่อสารตามสูตรโมเลกุล ด้านหลังจะเป็นรูปภาพ)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

2. นักเรียนทายปริศนาภาพทั้งสี่ ว่าเป็นภาพอะไร โดยดำเนินการดังนี้

2.1 ให้นักเรียนหาเลขออกซิเดชันของธาตุที่ขีดเส้นใต้แล้วบันทึกในแบบบันทึกกิจกรรม แล้วนำตัวเลขคำตอบที่ได้มาต่อให้ได้ตามภาพปริศนาที่กำหนดให้ก็จะปรากฏภาพที่สมบูรณ์

(โดยมีข้อแม้ว่าห้ามนักเรียนดูภาพด้านหลังจนกว่าจะต่อครบ 4 แผ่นในแต่ละภาพ)

- 2.2 นักเรียนกลุ่มใด หาเลขออกซิเดชันได้ถูกต้องทุกภาพและตอบคำถามได้ถูกต้องทั้ง 4 ภาพโดยใช้เวลาน้อยที่สุดจะเป็นกลุ่มที่ชนะ

-3	+5
+6	-2

ภาพที่ 1

-1	+7
+6	+4

ภาพที่ 2

+4	+1
+2	+5

ภาพที่ 3

+7	+3
+2	-1

ภาพที่ 4

บัตรภาพทั้งหมด

NH_3	FeO_4^{3-}	K_2FeO_4	H_2S
NH_4Cl	KMnO_4	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Na_2SnO_3
MnO_2	Na_2S	CuCl_2	AgNO_3
HClO_4	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	PbI_2	KI

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 11.1 ปริศนาเลขออกซิเดชัน

ภาพที่ 1 ประกอบขึ้นจากสารที่ 1 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 2 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 3 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 4 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 ภาพที่ 1 คือ ภาพ.....

ภาพที่ 2 ประกอบขึ้นจากสารที่ 1 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 2 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 3 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 4 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 ภาพที่ 2 คือ ภาพ.....

ภาพที่ 3 ประกอบขึ้นจากสารที่ 1 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 2 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 3 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 4 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 ภาพที่ 3 คือ ภาพ.....

ภาพที่ 4 ประกอบขึ้นจากสารที่ 1 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 2 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 3 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 สารที่ 4 คือ.....เลขออกซิเดชันของธาตุ..... =.....
 ภาพที่ 4 คือ ภาพ.....

เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจแบบประเมิน ใบกิจกรรมที่ 11.1.1-11.1.2

ด้านพุทธิพิสัย	เกณฑ์การประเมิน	คะแนนรวม
ระบุเลขออกซิเดชัน	ตอบคำถามถูกต้องสมบูรณ์ ให้ 5 คะแนน ตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ให้ 3-4 คะแนน ตอบคำถามถูก แต่ไม่ให้เหตุผล ให้ 2 คะแนน ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลถูกต้อง ให้ 1 คะแนน ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่ให้เหตุผล ให้ 0 คะแนน	5
	คะแนนรวม	5

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

ด้านทักษะพิสัย	เกณฑ์การประเมิน	คะแนนรวม
คำนวณ ตรวจสอบ ค่าเลขออกซิเดชัน ของธาตุใน สารประกอบหรือ ไอออนได้	ตอบคำถามถูกต้องสมบูรณ์ ให้ 5 คะแนน ตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ให้ 3-4 คะแนน ตอบคำถามถูก แต่ไม่ให้เหตุผล ให้ 2 คะแนน ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลถูกต้อง ให้ 1 คะแนน ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่ให้เหตุผล ให้ 0 คะแนน	5
	คะแนนรวม	5

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

แบบบันทึกประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
รหัสวิชา ว 32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54 เรื่อง เลขออกซิเดชัน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมแล้วบันทึกระดับ
คะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ (3 คะแนน)			มีความรับผิดชอบและมี ระเบียบวินัยในการทำงาน (3 คะแนน)			ความมุ่งมั่นในการทำงาน และสามารถทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้ (3 คะแนน)			รวม (9 คะแนน)	ผลการประเมิน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1		
1ก												
2ก												
3ก												
4ก												
5ก												
6ก												
7ก												
8ก												
9ก												
10ก												
11ก												

ลงชื่อ.....ครูบันทึก

(นางสาวนัฐารุจา สร้อยกุดเรือ)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา มีความตั้งใจและมีความเพียรพยายามในการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากตำราและใช้สื่อเทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน สรุปเป็นองค์ความรู้ และประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	เข้าเรียนช้ากว่า 15 นาที มีความตั้งใจและมีความเพียรพยายามในการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้จากตำรา และใช้สื่อเทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ สรุปเป็นองค์ความรู้ และประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	ตั้งใจและมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ เข้าเรียนช้ากว่า 30 นาที และไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม
2. มีความรับผิดชอบ และมีระเบียบวินัยในการทำงาน	มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และทำงานเสร็จ เรียบร้อยทันเวลาในคาบเรียน ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ของชั้นเรียน และมีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ และไม่พูดคุยหรือเล่นกับเพื่อนขณะปฏิบัติกิจกรรม	ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย แต่ทำงานไม่เสร็จ เรียบร้อยทันเวลาในคาบเรียน โดยส่งงานช้ากว่า 1 วันแต่ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ของชั้นเรียน และมีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จแต่ส่งงานช้ามากกว่า 1 วัน ขณะปฏิบัติกิจกรรมมีการพูดคุยหรือเล่นกับเพื่อนตลอดเวลา

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น	เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายามและความตั้งใจ และทำงานสำเร็จลุล่วงตามเป้าประสงค์ สามารถแก้ไขปัญหาและปรับปรุงผลงานได้ด้วยตนเอง แสดงความเป็นผู้นำสูง และมีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน และช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน	เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายด้วยความเพียรพยายามและความตั้งใจ และทำงานสำเร็จลุล่วงตามเป้าประสงค์ แต่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาและปรับปรุงผลงานได้ด้วยตนเอง แต่มีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน และช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน	ทำงานไม่สำเร็จลุล่วงตามเป้าประสงค์ และไม่มีภาวะผู้นำ เพื่อนสมาชิกคอยช่วยเหลืออยู่ตลอด แต่มีจิตสาธารณะต่อเพื่อนในชั้นเรียน

เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมิน (ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป)

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
1 - 3	ควรปรับปรุง



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง) แบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC)

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

ชื่อเครื่องมือ : แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

ผู้วิจัย : นางสาวนัฐารุจา สร้อยกุดเรือ โทรศัพท์ 0929978540

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม:

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เรื่อง เคมีไฟฟ้า โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดที่มีต่อทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

รายการประเมินที่มีความสอดคล้อง	ให้ +1 คะแนน
รายการประเมินที่มีความไม่แน่ใจ	ให้ 0 คะแนน
รายการประเมินที่ไม่สอดคล้อง	ให้ -1 คะแนน

แบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจำนวน 2 ประเภท ได้แก่ เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 56 ข้อ ใช้จริง 36 ข้อ และแบบเขียนตอบ (อัตนัย) จำนวน 24 ข้อ ใช้จริง 9 ข้อ โดยยึดหลักตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม (Bloom) และเลือกวัดทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดวิเคราะห์ ด้านการคิดสังเคราะห์ และด้านการคิดประเมินค่า

(ตัวอย่าง) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดกิจกรรม ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดที่มีต่อทักษะการคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่ามีความสอดคล้องต่อแผนการจัดการเรียนรู้ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก	ให้ 4 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย	ให้ 2 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

4.51-5.00	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50	หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นิยามตัวแปรต้น

“การจัดการเรียนห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)” หมายถึง การเรียนเนื้อหาวิชาที่บ้านและทำกิจกรรมที่โรงเรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเองผ่าน “สื่อออนไลน์” รูปแบบการเรียนรู้แบบพลิกกลับ (Flipped Mastery Approach) รูปแบบนี้นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ของแนวคิดก่อนจะย้ายไปหัวข้ออื่น ๆ นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระการศึกษา ติดตามความคืบหน้าของ นักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาเพื่อจะเพิ่มศักยภาพของพวกเขา ที่ครูจัดให้ก่อนเข้าชั้นเรียน และมาทำกิจกรรมมีครูคอยแนะนำเป็นการจัดการเรียนการ

สอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว
2. **ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด** ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียนและให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเอง นำเสนอตัวอย่างประเด็นปัญหาที่คล้ายกัน ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของผู้เรียน แนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลายหรือการแสดงผลที่เป็นรูปธรรม และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ประเด็นที่สำคัญของปัญหานั้นได้
3. **ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน** ครูให้นักเรียนคิดหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ด้วยตนเองจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาในขั้นแรกและใช้ความรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของนักเรียนมาใช้ในการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล
4. **ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม** ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดและคำตอบของตนเองกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม เพื่อให้เพื่อนในกลุ่มได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนแต่ละคนก็จะทำการบันทึกแนวคำตอบของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีคิดหาคำตอบของเพื่อนในกลุ่ม
5. **ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด** ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีคิดหน้าชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้น โดยครูให้นักเรียนในห้องเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหาโดยครูอาจเลือกให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการตอบปัญหาที่มีความแตกต่างกันให้ครอบคลุมทั้งหมดและเป็นผู้สรุปบทเรียนในช่วงเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญจากปัญหานั้น
6. **ขั้นขยายความรู้** ครูให้นักเรียนสืบเสาะค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสาระสำคัญที่ได้จากการตอบปัญหาแบบปลายเปิด ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ซึ่งจะช่วยให้อาจเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเรื่องต่าง ๆ ได้
7. **ขั้นประเมินผล** - ครูเป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างไร เช่น
 - ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัด
 - ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน
 - นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยด้วยตนเอง

(ตัวอย่าง) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เคมีไฟฟ้า เรื่อง เลขออกซิเดชัน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
1.3 สามารถวัด / ประเมินผลได้					
2. สาระการเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5)					
2.4 สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
3. กิจกรรมการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องจุดประสงค์และการวัดประเมินผล					
3.2 สอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้					
3.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
3.4 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
3.5 มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง					
3.6 เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง					
3.7 ทำให้นักเรียนเกิดการ Active (ทักษะการคิดขั้นสูง)					
3.8 เหมาะสมกับเวลาที่สอน					
3.9 ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจากการปฏิบัติกิจกรรม					
3.10 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์					
3.11 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มในการทำกิจกรรม					

(ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
4.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
4.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้					
4.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน					
5. การวัดประเมินผลการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย					
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
5.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

(ตัวอย่าง) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 54
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เคมีไฟฟ้า เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก

นิยามศัพท์

ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher order thinking skills) หมายถึง คุณลักษณะทางด้านความคิดของมนุษย์ที่ใช้กลยุทธ์ทางความคิดที่ซับซ้อน ลึกซึ้ง และมีขั้นตอนการคิดหลายขั้นตอน โดยอย่างน้อยมีขั้นตอนการคิดตั้งแต่ 2 ขั้นตอนขึ้นไป ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยความคิดทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การสังเคราะห์ (Synthesis) 3) การประเมินค่า (Evaluation)

1. การคิดวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเป้าหมายเป็นหลักองค์ประกอบของการคิดวิจารณ์ แยกออกได้ 5 ประการ (Watson & Galzer, 1980) ดังนี้ 1) การสรุปอ้างอิง 2) การยอมรับข้อสรุป 3) การใช้เหตุผลแบบอนุมาน 4) การประเมินข้อโต้แย้ง 5) การตีความหมาย

2. การคิดสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึงความสามารถในการคิดที่ตีตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มาหลอมรวมกันภายใต้โครงสร้างใหม่อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างไปจากเดิม แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การคิดสังเคราะห์เพื่อสร้างสิ่งใหม่ 2) การคิดสังเคราะห์เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้น คือ 1) กำหนดหัวเรื่องและจุดประสงค์ 2) จัดเตรียมปัจจัยและองค์ประกอบ 3) สังเคราะห์ปัจจัยและองค์ประกอบ 4) ตรวจสอบและประเมินผล 5) นำผลการสังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์

3. การคิดประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การพิจารณาสิ่งหนึ่งสิ่งใดในลักษณะต่างๆ แล้วตีค่าเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ การคิดประเมินค่า ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น คือ 1) ระบุเป้าหมายในการประเมิน 2) กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน 3) รวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูล 5) การตีค่าหรือประเมินผล และ 6) ตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรต่อไป

แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถเฉพาะบุคคลในการคิดหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีแบบแผน มีกระบวนการและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถวิเคราะห์ได้ตรงต่อ สังเคราะห์ และประเมินค่าหรือตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุดในการเอาชนะอุปสรรค หรือปัญหาที่เผชิญไปได้ วัดทักษะการคิดขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ และแบบปรนัย จำนวน 15 ข้อ วัดทำวงจรปฏิบัติการ โดยกำหนดให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

รายการประเมินที่มีความสอดคล้อง	ให้ +1 คะแนน
รายการประเมินที่มีความไม่แน่ใจ	ให้ 0 คะแนน
รายการประเมินที่ไม่สอดคล้อง	ให้ -1 คะแนน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC) แบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ผลการเรียนรู้ที่ 1 คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์					
1.	<p>ข้อใดถูกต้อง (การคิดวิเคราะห์)</p> <p>ก. ปฏิกิริยาออกซิเดชันคือปฏิกิริยาที่มีธาตุใดธาตุหนึ่งในสารนั้นรับอิเล็กตรอน</p> <p>ข. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์คือสารที่มีธาตุใดธาตุหนึ่งให้อิเล็กตรอน</p> <p>ค. ปฏิกิริยารีดอกซ์คือปฏิกิริยาที่มีธาตุใดธาตุหนึ่งมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น</p> <p>ง. สารที่เป็นตัวออกซิไดซ์คือสารที่มีธาตุใดธาตุหนึ่งมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น</p>				
5.	<p>ไอออนของโลหะในข้อใดมีเลขออกซิเดชัน เท่ากับ +2 เท่านั้น . (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>ก. Copper</p> <p>ข. Zinc</p> <p>ค. Scandium</p> <p>ง. Silver</p>				
6.	<p>เลขออกซิเดชันของคลอรีนในข้อใดมีค่าสูงสุด (การคิดประเมินค่า)</p> <p>ก. HClO</p> <p>ข. HClO₃</p> <p>ค. HClO₂</p> <p>ง. HCl</p>				

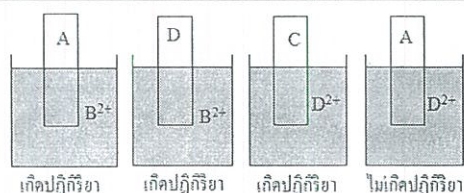
ผลการเรียนรู้ที่ 2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ได้

(ต่อ)

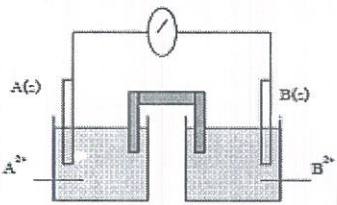
ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
7.	<p>เมื่อจุ่มโลหะทองแดงลงในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ปรากฏว่าแผ่นทองแดงกร่อน สารละลายกลายเป็นสีฟ้า ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง</p> <p>(การคิดวิเคราะห์)</p> <p>ก. Cu ถูกรีดิวซ์โดย Ag^+</p> <p>ก. Cu ถูกออกซิไดส์ ส่วน Ag^+ ถูกรีดิวซ์</p> <p>ข. ปฏิกิริยารีดอกซ์คือ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + 2\text{Ag}^+(\text{aq})$</p> <p>ค. อิเล็กตรอนไหลจาก Ag ไปยัง Cu</p>				
8.	<p>จากสมการของปฏิกิริยารีดอกซ์ของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่กำหนดให้ นี้ จงระบุสารใดเป็นตัวออกซิไดส์ และสารใดเป็นตัวรีดิวซ์ (การคิดสังเคราะห์)</p> $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{MnO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s})$ <p>ก. ตัวรีดิวซ์ คือ MnO_2 ตัวออกซิไดส์ คือ Zn</p> <p>ข. ตัวรีดิวซ์ คือ Zn ตัวออกซิไดส์ คือ MnO_2</p> <p>ค. ตัวรีดิวซ์ คือ HgO ตัวออกซิไดส์ คือ Zn</p> <p>ง. ตัวรีดิวซ์ คือ Zn ตัวออกซิไดส์ คือ HgO</p>				
9.	<p>ธาตุที่ขีดเส้นใต้ในข้อใดมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ +6</p> <p>(การคิดประเมินค่า)</p> <p>ก. <u>Zn</u>SO_4 ข. KMnO_4</p> <p>ค. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ง. <u>Pb</u>SO_4</p>				

ผลการเรียนรู้ 3 ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์

13.



(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
14.	<p>ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัว ออกซิไดส์ จากมากไปน้อยได้ถูกต้อง (การคิดวิเคราะห์)</p> <p>ก. $B^{2+} > A^{2+} > C^{2+} > D^{2+}$</p> <p>ข. $B^{2+} > A^{2+} > D^{2+} > C^{2+}$</p> <p>ค. $A^{2+} > B^{2+} > D^{2+} > C^{2+}$</p> <p>ง. $A^{2+} > B^{2+} > C^{2+} > D^{2+}$</p> <p>คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 2-4</p>  <p>ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถูกต้องที่สุด (การคิดประเมินค่า)</p> <p>ก. ขั้วไฟฟ้า B จะฝุกร่อน</p> <p>ข. ขั้วไฟฟ้า A จะหนาขึ้น</p> <p>ค. อิเล็กตรอนจะไหลจากขั้ว B ไปยัง ขั้ว A</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>				
16.	<p>ถ้าจุ่มโลหะ B ลงในสารละลายของ D^{2+} ผลการทดลองไม่เป็นไปตามข้อใด (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>ก. มีไอออนใหม่เกิดขึ้นในสารละลายคือ B^{2+}</p> <p>ข. D^{2+} รับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชัน</p> <p>ค. โลหะ B กร่อนไปที่เล็กน้อย</p> <p>ง. โลหะ B รับอิเล็กตรอนจาก D</p>				
ผลการเรียนรู้ 4 ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา					
19.	<p>ธาตุที่ขีดเส้นใต้ในข้อใดมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ +6 (การคิดประเมินค่า)</p> <p>ก. <u>Zn</u>SO₄ ข. K<u>Mn</u>O₄</p> <p>ค. K₂<u>Cr</u>₂O₇ ง. <u>Pb</u>SO₄</p>				

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ																	
		+1	0	-1																		
20.	<p>เลขออกซิเดชันของกำมะถันในสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้มีค่าเรียงตามลำดับอย่างไร</p> <p>SO_2 SO_4^{2-} $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ H_2S S_8</p> <p>(การคิดประเมินค่า)</p> <p>ก. -4, +6, +2, +2, -2, 0</p> <p>ข. +4, +6, +2, +3, -2, 0</p> <p>ค. +4, +6, +2, +2.5, +2, 0</p> <p>ง. +4, +6, +2, +2.5, -2, 0</p>																					
22.	<p>จงพิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้ (การคิดวิเคราะห์)</p> <p>(1) $4\text{HN}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$</p> <p>(2) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$</p> <p>(3) $\text{Cd}(\text{s}) + \text{NiO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$</p> <p>(4) $\text{FeS}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$</p> <p>ปฏิกิริยาใดจัดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์</p> <p>ก. (1) และ (2) ข. (1) และ (3)</p> <p>ค. (1), (2) และ (3) ง. (1), (3) และ (4)</p>																					
23.	<p>จากผลการทดลองต่อไปนี้ (การคิดสังเคราะห์)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ระบบที่ทดลอง</th> <th colspan="2">การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้</th> </tr> <tr> <th>ชั้นโลหะ</th> <th>สารละลาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zn ใน CuSO_4</td> <td>มีสีน้ำตาลแดงเกาะบนสังกะสีส่วนที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เมื่อเขี่ยสารสีน้ำตาลแดงออก พบว่ามีสังกะสีมีลักษณะขรุขระ</td> <td>สารละลายสีฟ้าจางลงเมื่อตั้งไว้เป็นเวลานาน ชั้นสารละลายจะมีสีจางมากหรือในที่สุดจะไม่มีสี</td> </tr> <tr> <td>Cu ใน CuSO_4</td> <td>ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง</td> <td>ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง</td> </tr> <tr> <td>Zn ใน ZnO_4</td> <td>ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง</td> <td>ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง</td> </tr> <tr> <td>Cu ใน ZnSO_4</td> <td>ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง</td> <td>ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากข้อความต่อไปนี้</p>	ระบบที่ทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้		ชั้นโลหะ	สารละลาย	Zn ใน CuSO_4	มีสีน้ำตาลแดงเกาะบนสังกะสีส่วนที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เมื่อเขี่ยสารสีน้ำตาลแดงออก พบว่ามีสังกะสีมีลักษณะขรุขระ	สารละลายสีฟ้าจางลงเมื่อตั้งไว้เป็นเวลานาน ชั้นสารละลายจะมีสีจางมากหรือในที่สุดจะไม่มีสี	Cu ใน CuSO_4	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	Zn ใน ZnO_4	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	Cu ใน ZnSO_4	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง				
ระบบที่ทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้																					
	ชั้นโลหะ	สารละลาย																				
Zn ใน CuSO_4	มีสีน้ำตาลแดงเกาะบนสังกะสีส่วนที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เมื่อเขี่ยสารสีน้ำตาลแดงออก พบว่ามีสังกะสีมีลักษณะขรุขระ	สารละลายสีฟ้าจางลงเมื่อตั้งไว้เป็นเวลานาน ชั้นสารละลายจะมีสีจางมากหรือในที่สุดจะไม่มีสี																				
Cu ใน CuSO_4	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง																				
Zn ใน ZnO_4	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง																				
Cu ใน ZnSO_4	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง																				

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>(1) ปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นคือ $\text{Cu(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn(s)}$</p> <p>(2) ตัวรีดิวซ์ คือ Zn และตัวออกซิไดส์ คือ Cu^{2+}</p> <p>(3) อิเล็กตรอนถ่ายโอนจาก Cu(s) ไปยัง Zn^{2+}</p> <p>ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. (1) เท่านั้น</p> <p>ข. (2) เท่านั้น</p> <p>ค. (1) และ (2)</p> <p>ง. (2) และ (3)</p>				
24.	<p>เมื่อใส่โลหะแมกนีเซียมลงไปในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก พบว่ามีฟองแก๊สเกิดขึ้นที่ผิวของโลหะแมกนีเซียมและโลหะแมกนีเซียมกร่อนไป ข้อใดคือปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>ก. $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$</p> <p>ข. $\text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{Mg}$</p> <p>ค. $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$</p> <p>ง. $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$</p>				
25.	<p>กำหนดปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้</p> $2\text{Al} + 3\text{Sn}^{2+} \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Sn}$ <p>สารใดเป็นตัวรีดิวซ์และสารใดเป็นตัวออกซิไดส์ตามลำดับ (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>ก. Al และ Sn^{2+}</p> <p>ข. Sn^{2+} และ Al</p> <p>ค. Al^{3+} และ Sn</p> <p>ง. Sn และ Al^{3+}</p>				

ผลการเรียนรู้ 5 ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนด และแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
28.	<p>ปฏิกิริยารีดอกซ์ในข้อใดเป็นของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว (การคิดวิเคราะห์)</p> <p>ก. $\text{Cd} + 2\text{NiO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2$</p> <p>ข. $2\text{Na}(\text{l}) + \text{n}/8\text{S}_8(\text{l}) \rightarrow \text{Na}_2\text{Sn}(\text{l})$</p> <p>ค. $\text{Li} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{LiMnO}_2$</p> <p>ง. $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p>				
29.	<p>ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาในเซลล์เชื้อเพลิงซึ่งนักบินอวกาศใช้ประโยชน์คืออะไร (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>ก. H_2</p> <p>ข. H_2O</p> <p>ค. O_2</p> <p>ง. OH^-</p>				
30.	<p>ปฏิกิริยาที่ขั้วบวก ในขั้นตอนการจ่ายไฟของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว คือข้อใด (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>ก. $\text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p> <p>ข. $\text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}^-$</p> <p>ค. $\text{Pb}(\text{s}) + \text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p> <p>ง. $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$</p>				
31.	<p>ลักษณะที่เหมือนกันของเซลล์เชื้อเพลิงทุกประเภทคืออะไร (การคิดประเมินค่า)</p> <p>ก. ปฏิกิริยารวมของเซลล์ $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{พลังงาน}$</p> <p>ข. ขั้วแอโนด(ขั้วบวก)</p> <p>ค. ขั้วแคโทด(ขั้วลบ)</p> <p>ง. ไม่มีสารละลายอิเล็กโทรไลต์</p>				

(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	ก. X ไม่สามารถให้อิเล็กตรอนแก่ Al^{3+} แต่ X สามารถให้อิเล็กตรอนแก่ Y^{2+} ข. ครึ่งเซลล์ X ทำหน้าที่เป็นแคโทดในสมการ 1 และเป็นแอโนดในสมการ 2 ค. ครึ่งเซลล์ X ทำหน้าที่เป็นแอโนดในสมการ 1 และเป็นแคโทดในสมการ 2 ง. ปฏิกิริยาที่แสดงในสมการ 1 และ 2 สามารถเกิดขึ้นได้เอง				
ผลการเรียนรู้ที่ 7 อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ					
39.	ข้อใดเปรียบเทียบเซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ ได้ถูกต้องที่สุด (การคิดวิเคราะห์) ก. เซลล์ปฐมภูมิเป็นเซลล์กัลวานิก เซลล์ทุติยภูมิเป็นเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ข. เซลล์ทุติยภูมิใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถอัดไฟกลับมาใช้ใหม่ได้ ค. เซลล์ปฐมภูมิใช้ไฟหมดแล้วอัดไฟกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้ ง. เซลล์ทุติยภูมิเป็นเซลล์เดี่ยว				
40.	ปฏิกิริยาของขนะจ่ายไฟ ที่ขั้วแคโทดของเซลล์นิกเกิล-แคดเมียม คือข้อใด (การคิดวิเคราะห์) ก. $Cd(OH)_2 (s) + Ni(OH)_2 (s) \rightarrow Cd (s) + NiO_2 (s)$ ข. $2NiO_2 (s) + 2H_2O (l) + 2e^- \rightarrow Ni(OH)_2 (s) + 2OH^- (aq)$ ค. $Cd (s) + NiO_2 (s) \rightarrow Cd(OH)_2 (s) + Ni(OH)_2 (s)$ ง. $Cd (s) + 2OH^- (aq) \rightarrow Cd(OH)_2 (s) + 2e^-$				
41.	เป็นเซลล์สะสมไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ประมาณ 2.1 V เวลาใช้งานต้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ประมาณ $350^\circ C$ เซลล์ชนิดนี้ใช้				

(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>กัปรถยนต์ไฟฟ้า และเครื่องจักรขนาดใหญ่ คือ เซลล์ไฟฟ้าในข้อใด (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>ก. เซลล์ลิเทียม-ไอออน-พอลิเมอร์</p> <p>ข. เซลล์โซเดียม-ซัลเฟอร์</p> <p>ค. เซลล์นิกเกิล-แคดเมียม</p> <p>ง. เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว</p>				

ผลการเรียนรู้ที่ 1 คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

45. จงหาเลขออกซิเดชันของธาตุทุกชนิดในสารประกอบที่กำหนดให้ (การคิดวิเคราะห์)

ตัวอย่าง : NH_4Cl $\text{N} = -3, \text{H} = +1, \text{Cl} = -1$

1.1 P_2O_5

.....

1.2 ZnS

.....

1.3 CuSO_4

.....

1.4 PO_4^{-3}

.....

1.5 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

.....

1.6 Ag_3PO_3

.....

1.7 HgCl_2

.....

1.8 MnCO_3

.....

(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1.9	I_2O_7 1.10 $Fe(MnO_4)_3$				

ผลการเรียนรู้ที่ 2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์

46.	จงระบุธาตุที่เป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ในสมการที่กำหนดให้ (การคิดวิเคราะห์) 2.1 $I_2 + H_2SO_3 + H_2O \rightarrow HI + H_2SO_4$ ตัวออกซิไดส์ : ตัวรีดิวซ์ : 2.2 $Al + NaNO_3 + NaOH + H_2O \rightarrow NaAlO_2 + NH_3$ ตัวออกซิไดส์ : ตัวรีดิวซ์ : 2.3 $KI + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow CrCl_2 + KCl + H_2O + I_2$ ตัวออกซิไดส์ : ตัวรีดิวซ์ :				
-----	--	--	--	--	--

ผลการเรียนรู้ที่ 3 ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์

47.	จงเขียนสมการแสดงครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน 1.1 $2Al(s) + 3Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Fe(s)$ ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันคือ				
-----	--	--	--	--	--

(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>ครึ่งปฏิกิริยารีดักชันคือ</p> <p>.....</p> <p>$1.2 \text{ Cd(s)} + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq})$</p> <p>ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันคือ</p> <p>.....</p> <p>ครึ่งปฏิกิริยารีดักชันคือ</p> <p>.....</p>				

ผลการเรียนรู้ที่ 4 ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา

48.	<p>จงดุลสมการรีดอกซ์ด้วยวิธีใช้เลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลง</p> <p>1) $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{S}$</p> <p>.....</p> <p>2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$</p> <p>.....</p> <p>3) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>.....</p> <p>4) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$</p> <p>.....</p> <p>แนวคิด</p> <p>1) $8\text{Al} + 3\text{NaOH} + 3\text{NaHSO}_4 \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Na}_2\text{S}$</p> <p>2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$</p>				
-----	--	--	--	--	--

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	3) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 4) $2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{PbO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$				
49.	จงดุลสมการต่อไปนี้ด้วยวิธีครึ่งปฏิกิริยา 1) $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + \text{H}^+ + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{NO}_3^- + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{Cu}_3\text{P} + \text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{HSnO}_2^{2-} \rightarrow \text{CrO}_2^- + \text{OH}^- + \text{HSnO}_3^-$ 4) $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{NO}_3^- + \text{OH}^-$ แนวคิด 1) $30\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 6\text{CO}_2 + 6\text{NO}_3^- + 60\text{H}^+ + 61\text{e}^-$ $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $5\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + 188\text{H}^+ + 61\text{MnO}_4^- \rightarrow 5\text{Fe}^{2+} + 30\text{CO}_2 + 30\text{NO}_3^- + 61\text{Mn}^{2+} + 94\text{H}_2\text{O}$ 2) $4\text{H}_2\text{O} + \text{Cu}_3\text{P} \rightarrow 3\text{Cu}^{2+} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}^+ + 11\text{e}^-$ $6\text{e}^- + 16\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ $6\text{Cu}_3\text{P} + 124\text{H}^+ + 11\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 18\text{Cu}^{2+} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 22\text{Cr}^{3+} + 53\text{H}_2\text{O}$ 3) $3\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{CrO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$				

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	$\text{H}_2\text{O} + \text{HSnO}_2^{2-} \rightarrow \text{HSnO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $8\text{H}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{HSnO}_2^{2-} \rightarrow$ $2\text{CrO}_2^- + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ + 3\text{HSnO}_3^-$ $2\text{H}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{HSnO}_2^{2-} \rightarrow 2\text{CrO}_2^- +$ $\text{H}_2\text{O} + 3\text{HSnO}_3^-$ <p>4) $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$</p> $\text{NO}_2^- + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ $2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{NO}_2^- + 6\text{OH}^- \rightarrow$ $2\text{MnO}_2 + 3\text{NO}_3^- + 8\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 3\text{NO}_2^- \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 3\text{NO}_3^-$ $+ 2\text{OH}^-$				
50.	<p>จงดุลสมการของปฏิกิริยาต่อไปนี้โดยใช้วิธีครึ่งปฏิกิริยา</p> <p>1) $\text{Zn} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{N}_2$ (สารละลายกรด)</p> <p>.....</p> <p>2) $\text{P}_4 \rightarrow \text{PH}_3 + \text{HPO}_3^{2-}$ (สารละลายเบส)</p> <p>.....</p> <p>แนวคิด</p> <p>1) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$</p> $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $5\text{Zn} + 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Zn}^{2+} + \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ <p>2) $\text{P}_4 + 12\text{H}_2\text{O} + 12\text{e}^- \rightarrow 4\text{PH}_3 + 12\text{OH}^-$</p> $\text{P}_4 + 12\text{H}_2\text{O} + 20\text{OH}^- \rightarrow 4\text{HPO}_3^{2-} + 20\text{H}_2\text{O} + 12\text{e}^-$ $\text{P}_4 + 20\text{OH}^- \rightarrow 4\text{HPO}_3^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} + 12\text{e}^-$ $\text{P}_4 + \text{P}_4 + 12\text{H}_2\text{O} + 20\text{OH}^- \rightarrow 4\text{PH}_3 +$ $4\text{HPO}_3^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} + 12\text{OH}^-$ $2\text{P}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{OH}^- \rightarrow 4\text{PH}_3 + 4\text{HPO}_3^{2-}$				(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ผลการเรียนรู้ 5 ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์					
51.	<p>เซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาดังนี้ (การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์)</p> $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \quad E_{\text{cell}}^{\circ} = +0.62 \text{ V}$ <p>จงตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p>ก. เขียนรูปสมการเซลล์ไฟฟ้าเคมีนี้และ</p> <p>(1) ระบุรายชื่อเกลือของ Cu และ Fe ที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยานี้</p> <p>(2) ชนิดของขั้วที่ใช้ควรทำจากอะไร และขั้วใดเป็นขั้วแอโนด และแคโทดตามลำดับ</p> <p>(3) เขียนทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน</p> <p>ข. สารใดเป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์</p> <p>ค. เขียนแผนภาพแสดงเซลล์ไฟฟ้าเคมีนี้</p> <p>ง. ถ้า $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \quad E_{\text{cell}}^{\circ} = +0.77 \text{ V}$</p> <p>จงหาค่า E° ของสมการ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}^{+}(\text{aq})$</p> <p>แนวคิด</p> <p>ก. จากสมการของปฏิกิริยาที่กำหนดให้นี้ ไม่มีโลหะรวมอยู่ด้วยในปฏิกิริยา มีแต่ไอออนของโลหะต่าง ๆ แสดงว่าทุกครึ่งเซลล์ใช้ขั้วเฉื่อยทั้งหมด เช่น Pt</p> <p>เซลล์ไฟฟ้าเคมีนี้มีค่า $E_{\text{cell}}^{\circ} > 0$ แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นตามสมการที่เขียนเป็นเซลล์กัลวานิก ดังนั้นรูปแสดงเซลล์ไฟฟ้าเขียนได้ดังนี้</p>				
					(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>1. สารละลายเกลือของ Cu คือ CuCl_2 , Cu_2Cl_2 เป็นต้น ส่วนสารละลายเกลือของ Fe คือ FeCl_2 , FeCl_3</p> <p>2. ขั้ว P อิเล็กตรอนไหลออก เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นขั้วแอโนด และขั้ว Q อิเล็กตรอนไหลเข้า เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เป็นขั้วแคโทด สารที่ใช้เป็นขั้วเฉื่อย เช่น Pt หรือ แกร์ไฟต์</p> <p>3. อิเล็กตรอนไหลจากขั้ว P ไปยังขั้ว Q , Cu^+ (aq) เคลื่อนเข้าหาขั้ว P ไปให้อิเล็กตรอน ส่วน Cu^{2+} (aq) เคลื่อนออกจากขั้ว P สำหรับ Fe^{3+} เคลื่อนเข้าหาขั้ว Q ไปรับอิเล็กตรอน เกิด Fe^{2+} และ Fe^{2+} (aq) เคลื่อนออกจากขั้ว Q</p> <p>ข. Fe^{3+} เป็นตัวออกซิไดส์ Cu^+ เป็นตัวรีดิวซ์</p> <p>ค. แผนภาพของเซลล์คือ $\text{Pt (s) / Cu}^+ \text{ (aq) // Fe}^{3+} \text{ (aq) / Fe}^{2+} \text{ (aq) / Pt (s)}$</p> <p>ง. จากสูตร</p> $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0$ <p>แทนค่า</p> $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{Fe}^{3+}}^0 - E_{\text{Cu}^+}^0$ $+0.62 = +0.77 - E_{\text{Cu}^+}^0$				

(ต่อ)

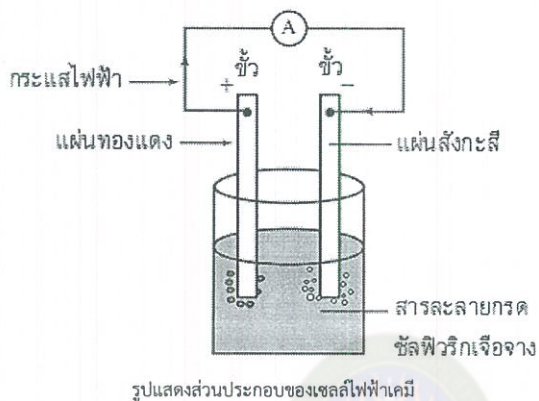
ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	$E_{\text{Cu}^+}^0 = +0.15 \text{ V}$ <p>แสดงว่า $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Cu}^+(\text{aq})$</p> $E^0 = +0.15 \text{ V}$				
52.	<p>กำหนดแผนภาพเซลล์กัลวานิกเป็น (การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์)</p> $\text{A}(\text{s}) / \text{A}^+(\text{aq}) // \text{B}^{2+}(\text{aq}) / \text{B}(\text{s})$ <p>จงตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p>ก. จงระบุขั้วแอโนดและแคโทด</p> <p>ข. บอกสารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ และสารที่เป็นตัวรีดิวซ์</p> <p>ค. เขียนสมการ แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในครึ่งเซลล์รีดักชัน</p> <p>เขียนสมการ แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน</p> <p>ง. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น</p> <p>แนวคิด</p> <p>ก. ขั้วแอโนด $\text{A}(\text{s})$ ขั้วแคโทด $\text{B}(\text{s})$</p> <p>ข. A เป็นตัวรีดิวซ์ B^{2+} เป็นตัวออกซิไดซ์</p> <p>ค. ครึ่งเซลล์ A เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันดังนี้</p> $2\text{A}(\text{s}) \rightarrow 2\text{A}^+(\text{aq}) + 2e^-$ <p>ครึ่งเซลล์ B เกิดปฏิกิริยารีดักชัน ดังนี้</p> $\text{B}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{B}(\text{s})$ <p>ง. สมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้</p> $2\text{A}(\text{s}) + \text{B}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{A}^+(\text{aq}) + \text{B}(\text{s})$				


(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	

ผลการเรียนรู้ที่ 6 คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า
 ชั่วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

53.



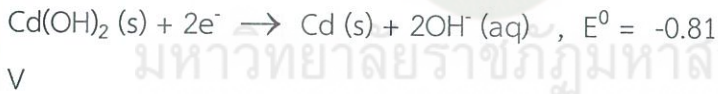
- จากรูป ชั่วไฟฟ้าบวกคือ _____
 ชั่วไฟฟ้านลบ คือ _____
 สารละลายอิเล็กโทรไลต์คือ _____
- สัญลักษณ์  คือ _____
- เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าได้ดังรูป สังเกตว่าเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบนไปทางเดียว แสดงว่าเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นและกระแสเคลื่อนที่ไปทางเดียว
 เรียกว่า _____
- ขณะที่ต่อไฟฟ้าครบวงจร พบว่าเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบนไปจากเดิม แสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงาน
 ดังนี้ _____
- การทดลองรูปใดไม่เกิดการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า เพราะอะไร

(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	

ผลการเรียนรู้ที่ 7 อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ

54. ปฏิกิริยาครึ่งเซลล์แบบรีดักชันที่กำหนดให้เกิดขึ้นในเซลล์นิแคด (การคิดวิเคราะห์)



1. สมการของปฏิกิริยาขณะจ่ายไฟ

คือ.....

2. สารอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ของเซลล์

คือ.....

3. ปฏิกิริยาของขณะจ่ายไฟ ที่แอโนด

คือ.....

ที่ แคโทด

คือ.....

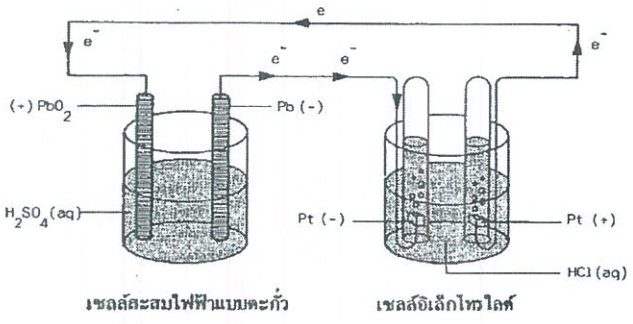
4. ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์มีค่าเท่ากับเท่าใด

.....

(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>แนวคิด</p> $\text{Cd (s)} + 2\text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Cd(OH)}_2 (\text{s}) + 2\text{e}^- \quad E^0 = 0.81 \text{ V}$ $\text{NiO}_2 (\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni(OH)}_2 (\text{s}) + 2\text{OH}^- (\text{aq}) \quad E^0 = 0.49 \text{ V}$ <p>ปฏิกิริยาสุทธิ ; $\text{Cd (s)} + \text{NiO}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Cd(OH)}_2 (\text{s}) + \text{Ni(OH)}_2 (\text{s})$ $E^0_{\text{cell}} = 0.81 + 0.49 = 1.3 \text{ V}$</p> <ol style="list-style-type: none"> $\text{Cd (s)} + \text{NiO}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{Cd(OH)}_2 (\text{s}) + \text{Ni(OH)}_2 (\text{s})$ KOH หรือ NaOH (เบส) การจ่ายไฟ แอโนด ; $\text{Cd (s)} + 2\text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Cd(OH)}_2 (\text{s}) + 2\text{e}^-$ แคโทด ; $\text{NiO}_2 (\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni(OH)}_2 (\text{s}) + 2\text{OH}^- (\text{aq})$ $E^0_{\text{cell}} = 0.81 + 0.49 = 1.3 \text{ V}$ 				
55.	<p>แบตเตอรี่ที่เป็นเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วเกี่ยวข้องกับครึ่งปฏิกิริยาแบบออกซิเดชัน ดังสมการนี้ (การคิดประเมินค่า)</p> $\text{Pb (s)} + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4 (\text{s}) + 2\text{e}^-$ $\text{PbSO}_4 (\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2 (\text{s}) + 4\text{H}^+ (\text{aq}) + 2\text{e}^-$ <ol style="list-style-type: none"> ข้อใดแสดงปฏิกิริยาสุทธิการจ่ายไฟของแบตเตอรี่นี้ <ol style="list-style-type: none"> $2\text{PbSO}_4 (\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Pb (s)} + \text{PbO}_2 (\text{s}) + 2\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) + 4\text{H}^+ (\text{aq})$ $\text{Pb (s)} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2 (\text{s}) + 4\text{H}^+ (\text{aq}) + 4\text{e}^-$ $\text{PbO}_2 (\text{s}) + 4\text{H}^+ (\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow \text{Pb (s)} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ 				(ต่อ)

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>4. $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2(\text{s}) + 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. ข้อความในข้างล่างข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแบตเตอรี่ขณะจ่ายไฟ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความหนาแน่นของสารอิเล็กโทรไลต์คงที่ 2. ความหนาแน่นของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น 3. ความหนาแน่นของสารอิเล็กโทรไลต์ลดลง <p>.....</p> <p>.....</p> <p>แนวคิด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อ 4 เพราะรวมสมการของปฏิกิริยาสุทธิได้เช่นนั้น 2. ข้อ 3 เพราะใช้กรด H_2SO_4 ไป และเกิดน้ำขึ้น 				
56.	<p>เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วถูกใช้ในการแยกสารละลายกรดไฮโดรคลอริกในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ จงเขียนรูปการต่อเซลล์ทั้ง 2 ให้ระบุขั้วแคโทด และแอโนดในแต่ละเซลล์ เขียนทิศทางการไหลของกระแสอิเล็กตรอนในวงจร แสดงการเคลื่อนที่ของไอออนเข้าหาขั้ว และเขียนครึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่แต่ละขั้ว (การคิดสังเคราะห์)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				

ที่	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
แนวคิด	 <p>เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว เซลล์อิเล็กโทรไลต์</p> <p>เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว</p> <p>ขั้ว Pb ; $\text{Pb(s)} + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{aq}) + 2\text{e}^-$</p> <p>ขั้ว PbO₂ ; $\text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p> <p>ปฏิกิริยาสุทธิ ; $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{PbSO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p> <p>เซลล์อิเล็กโทรไลต์</p> <p>ขั้ว Pt ขั้วบวก ; $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$</p> <p>ขั้ว Pt ขั้วลบ ; $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$</p> <p>ปฏิกิริยาสุทธิ ; $2\text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$</p>				

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง) แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงหลังสอนของครู

รหัสวิชา ว 32233 เคมีเพิ่มเติม 4	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ภาคเรียนที่ 2/2563
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 ไฟฟ้าเคมี	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....	ชื่อกิจกรรม.....
เรื่อง	วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2563
โรงเรียนสารคามพิทยาคม	ครูพี่เลี้ยง นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม
ครูผู้สอน นางสาวนัฐารุจา สร้อยกุดเรือ	

บันทึกที่ระหว่างและหลังการสอน

ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ชั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

ชั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

ชั้นขยายความรู้

.....

.....

.....

.....

.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชั้นประเมินผล

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....
.....

แนวทางในการแก้ไขปัญหา

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม)

ครูพี่เลี้ยง



ลงชื่อ.....

(นางสาวนันทารุจา สร้อยกุดเรือ)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ
เปิด จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	5 คะแนน	6 คะแนน	7 คะแนน	8 คะแนน	9 คะแนน	10 คะแนน
รายการประเมิน										
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
1.3 สามารถวัด / ประเมินผลได้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2. สาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5)	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2.4 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3. กิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.1 สอดคล้องจุดประสงค์และการวัดประเมินผล	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
3.2 สอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.4 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.5 มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33

(ต่อ)

ตารางที่ ค (ต่อ)

รายการประเมิน	1 แผน 4.33	2 แผน 4.33	3 แผน 4.67	4 แผน 4.67	5 แผน 4.67	6 แผน 4.33	7 แผน 4.33	8 แผน 4.33	6 แผน 4.33
3.6 เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง	4.33	4.33	4.67	4.67	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33
3.7 ทำให้นักเรียนเกิดการ Active (ทักษะการคิดขั้นสูง)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.67	4.00
3.8 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4.00	4.33	4.33	4.33	4.00	4.33	4.33	3.67	4.33
3.9 ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจาก จากการปฏิบัติกิจกรรม	4.00	4.00	4.00	4.33	4.33	4.33	4.33	4.00	4.33
3.10 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์	4.00	4.00	4.00	4.33	4.33	4.00	4.00	4.00	4.33
3.11 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่าง กลุ่มในการทำกิจกรรม	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
4. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.33	4.67	4.33	4.67
4.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.33	4.67	4.33	4.67	4.67	4.33	4.67	4.33	4.67
4.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	4.67	4.00	4.33	4.00	4.00	4.33	4.33	4.33
4.3 ราคาสมสนใจต่อผู้เรียน									
5. การวัดประเมินผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	4.33	4.67
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	4.33	4.33	4.33	4.00	4.33	4.33	4.33	4.33
5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย									

(ต่อ)

ตารางที่ ค (ต่อ)

รายการประเมิน	1 แผนฯ	2 แผนฯ	3 แผนฯ	4 แผนฯ	5 แผนฯ	6 แผนฯ	7 แผนฯ	8 แผนฯ	9 แผนฯ
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.00	4.67
5.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.33	4.33	4.00	4.33	4.33	4.33	4.33	4.00	4.33
เฉลี่ยรวมทั้งหมด (X̄)	4.45	4.46	4.44	4.50	4.49	4.46	4.53	4.35	4.49
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม (S.D.)	0.73	0.53	0.38	0.21	0.27	0.39	0.53	0.76	0.9
ความหมาย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย	22) ไม่เหมาะสมเลย

จากตารางสรุปได้ว่า การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด จำนวน 9 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 เมื่อนำมาแปลผลพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตด้านทักษะการคิดขั้นสูง ค่าความ
ยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง แบบปรนัย

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความ สอดคล้อง (IOC)	แปล ความหมาย	ค่าความ ยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$					
1	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.74	0.43	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.69	0.62	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.62	0.76	ใช้ได้
4	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.60	0.43	ใช้ได้
5	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.79	0.43	ใช้ได้
6	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.83	0.33	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.43	ใช้ได้
8	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.64	0.43	ใช้ได้
9	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.52	0.76	ใช้ได้
10	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.79	0.43	ใช้ได้
11	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.62	0.67	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.67	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.62	0.48	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.69	0.43	ใช้ได้
15	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.76	0.38	ใช้ได้
16	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.69	0.52	ใช้ได้
17	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.67	0.48	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.33	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความ สอดคล้อง (IOC)	แปล ความหมาย	ค่าความ ยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$					
19	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.69	0.33	ใช้ได้
20	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.83	0.33	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.71	0.29	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.57	0.38	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.81	0.29	ใช้ได้
24	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.60	0.33	ใช้ได้
25	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.86	0.29	ใช้ได้
26	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.48	0.29	ใช้ได้
27	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.81	0.29	ใช้ได้
28	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.86	0.29	ใช้ได้
29	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.67	0.29	ใช้ได้
30	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.60	0.62	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.76	0.29	ใช้ได้
32	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.81	0.38	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.33	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.43	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.86	0.29	ใช้ได้
36	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.79	0.43	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.95

ตารางที่ ง.2 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตด้านทักษะการคิดขั้นสูง
ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะการคิดขั้นสูง
แบบอثنัย

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความ สอดคล้อง (IOC)	แปล ความหมาย	ค่าความ ยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$					
37	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.49	0.39	ใช้ได้
38	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.63	0.59	ใช้ได้
39	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.41	0.44	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.71	0.54	ใช้ได้
41	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.51	0.44	ใช้ได้
42	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.76	0.54	ใช้ได้
43	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.73	0.59	ใช้ได้
44	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	0.46	0.44	ใช้ได้
45	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.73	0.59	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.93

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก จ

คะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ ผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อุปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิด

เลขที่	ก่อนเรียน			วงจรปฏิบัติที่ 1			วงจรปฏิบัติที่ 2			วงจรปฏิบัติที่ 3			รวม
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	
1	2	1	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	12
2	3	2	4	3	2	4	3	3	4	3	4	4	12
3	2	3	4	2	3	4	2	1	3	3	4	4	12
4	1	0	1	1	1	2	1	2	2	4	4	4	12
5	3	3	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	15
6	3	2	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	12
7	1	0	2	2	1	2	2	1	2	4	4	4	12
8	4	2	4	4	2	4	5	4	4	4	4	4	12
9	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	12
10	2	1	4	4	2	4	5	4	4	4	4	4	12
11	3	2	4	3	2	4	3	2	4	4	4	4	12
12	3	2	4	3	2	4	3	2	4	4	4	4	12

(ต่อ)

ตารางที่ จ (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน			วงจรรูปอดีตที่ 1			วงจรรูปอดีตที่ 2			วงจรรูปอดีตที่ 3			รวม
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	
13	3	1	3	4	2	3	4	4	5	4	4	5	13
14	1	0	2	1	2	2	2	2	3	5	4	5	14
15	2	3	4	4	3	4	4	4	4	11	4	4	12
16	3	1	3	3	1	3	3	2	3	7	4	4	13
17	3	3	5	3	3	5	3	3	5	11	4	4	13
18	3	2	2	4	2	2	4	4	5	8	4	4	13
19	3	2	2	4	2	3	5	4	5	9	4	4	13
20	2	2	5	4	2	5	5	4	5	11	4	4	13
21	4	2	5	4	2	5	4	4	5	11	4	4	13
22	4	2	4	4	2	4	4	4	5	10	4	4	13
23	4	3	4	4	4	4	5	5	4	13	5	5	15
24	3	4	4	4	4	4	5	4	4	12	5	5	15
25	4	3	4	4	4	5	5	4	5	13	5	5	15

(ต่อ)

ตารางที่ จ (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน			วงจรรูปตัดที่ 1			วงจรรูปตัดที่ 2			วงจรรูปตัดที่ 3		
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3
26	4	3	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5
27	1	0	2	2	1	2	2	2	2	4	4	4
28	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	4	5
29	2	0	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4
30	4	2	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5
31	1	0	2	2	2	3	2	2	2	4	4	4
32	3	1	3	4	1	3	4	4	4	4	4	4
33	3	1	4	4	2	4	5	4	4	4	4	4
34	3	1	5	4	2	5	4	4	5	4	4	5
35	1	0	2	4	2	2	5	4	4	4	4	4
36	4	2	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4

(ต่อ)

ตารางที่ จ (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน			วงจรปฏิบัติที่ 1			วงจรปฏิบัติที่ 2			วงจรปฏิบัติที่ 3		
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3
			รวม			รวม			รวม			รวม
37	3	1	4	4	2	5	4	4	5	4	4	5
38	2	2	4	2	2	5	3	2	5	4	4	5
39	4	2	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5
40	3	3	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5
41	3	3	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5
42	1	1	1	2	2	2	2	3	2	4	4	4
\bar{x}	2.74	1.76	3.52	3.43	2.45	3.76	3.83	3.45	4.10	4.24	4.21	4.52
S.D.	1.01	1.10	1.13	0.91	1.02	1.05	1.19	0.92	0.96	0.43	0.42	0.51



ภาคผนวก ฉ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๔๖๗๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๕๐๐๐

๘ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม

ด้วย นางสาวนัฏฐารุจา สร้อยกุดเรือ รหัสประจำตัว ๖๒๘๐๑๐๕๐๐๑๐๕ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวสตราชาการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน ขอขอบคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทขุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ศศ.ว๐๒๙๕/๒๕๖๓

ลงวันที่ ๘ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ด้วย นางสาวนัฏฐารุจา สร้อยกุดเรือ รหัสประจำตัว ๖๒๘๐๑๐๕๐๐๑๐๕ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะ
การคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน ขอขอบคุณ

มา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นัฏฐชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ศศ.ว๐๒๙๕/๒๕๖๓

ลงวันที่ ๘ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน

ด้วย นางสาวนัฏฐารุจา สร้อยกุดเรือ รหัสประจำตัว ๖๒๘๐๑๐๕๐๐๑๐๕ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน ขอขอบคุณ

มา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นัฏฐชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

นัฏฐารุจา สร้อยกุดเรือ และพรรณวิไล ดอกไม้. (2564). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 18(2).



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวนัฏฐารุจา สร้อยกุดเรือ
วัน เดือน ปี เกิด	8 เมษายน พ.ศ.2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 102 หมู่ 3 บ้านเหมืองแบ่ง ตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย 42130
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2558	จบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเหมืองแบ่งวิทยาคม จังหวัดเลย
พ.ศ. 2562	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2564	จบการศึกษาระดับปริญญาโท ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม