

การพัฒนาโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

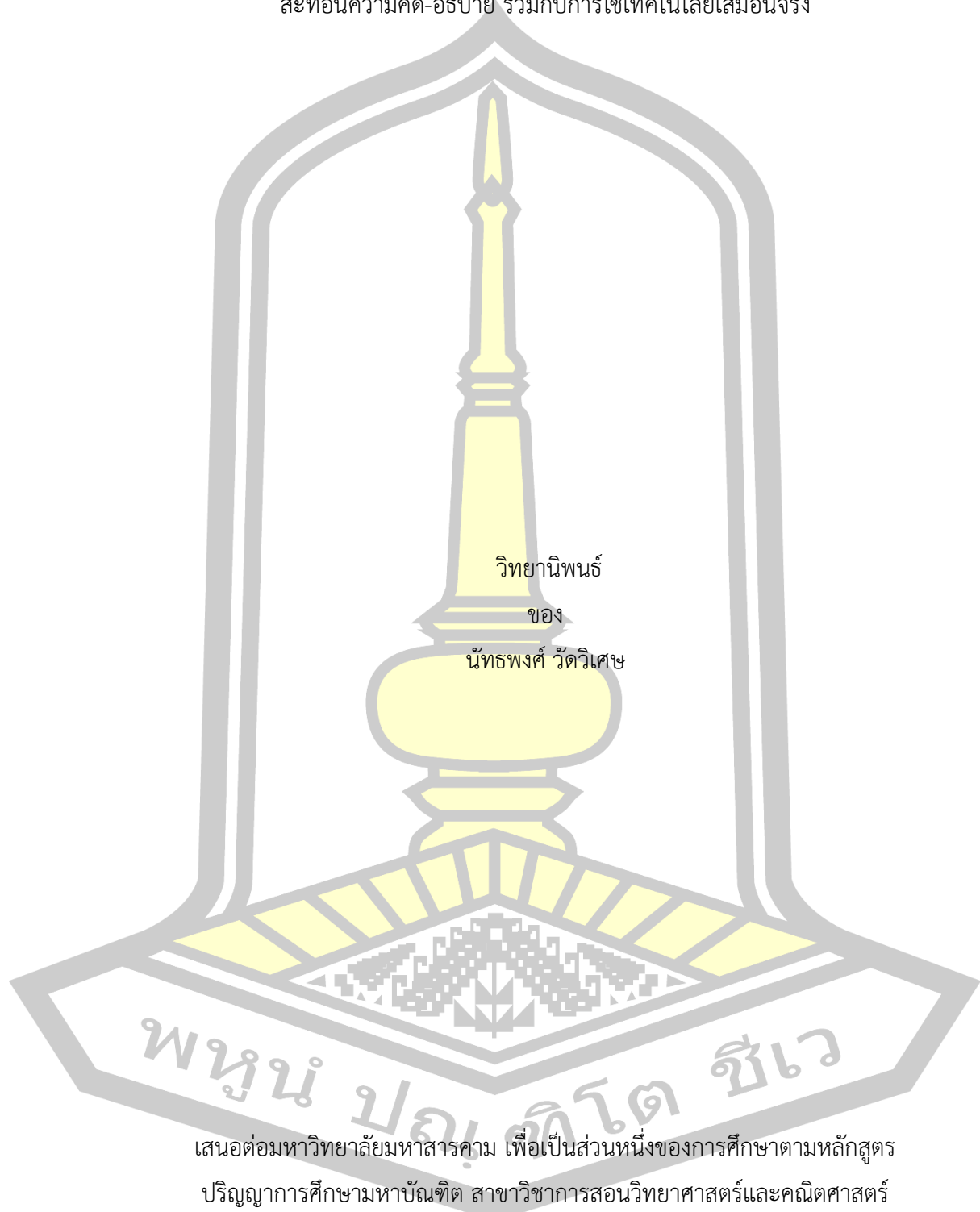
วิทยานิพนธ์
ของ
นันทพงศ์ วัตวิเศษ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ธันวาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

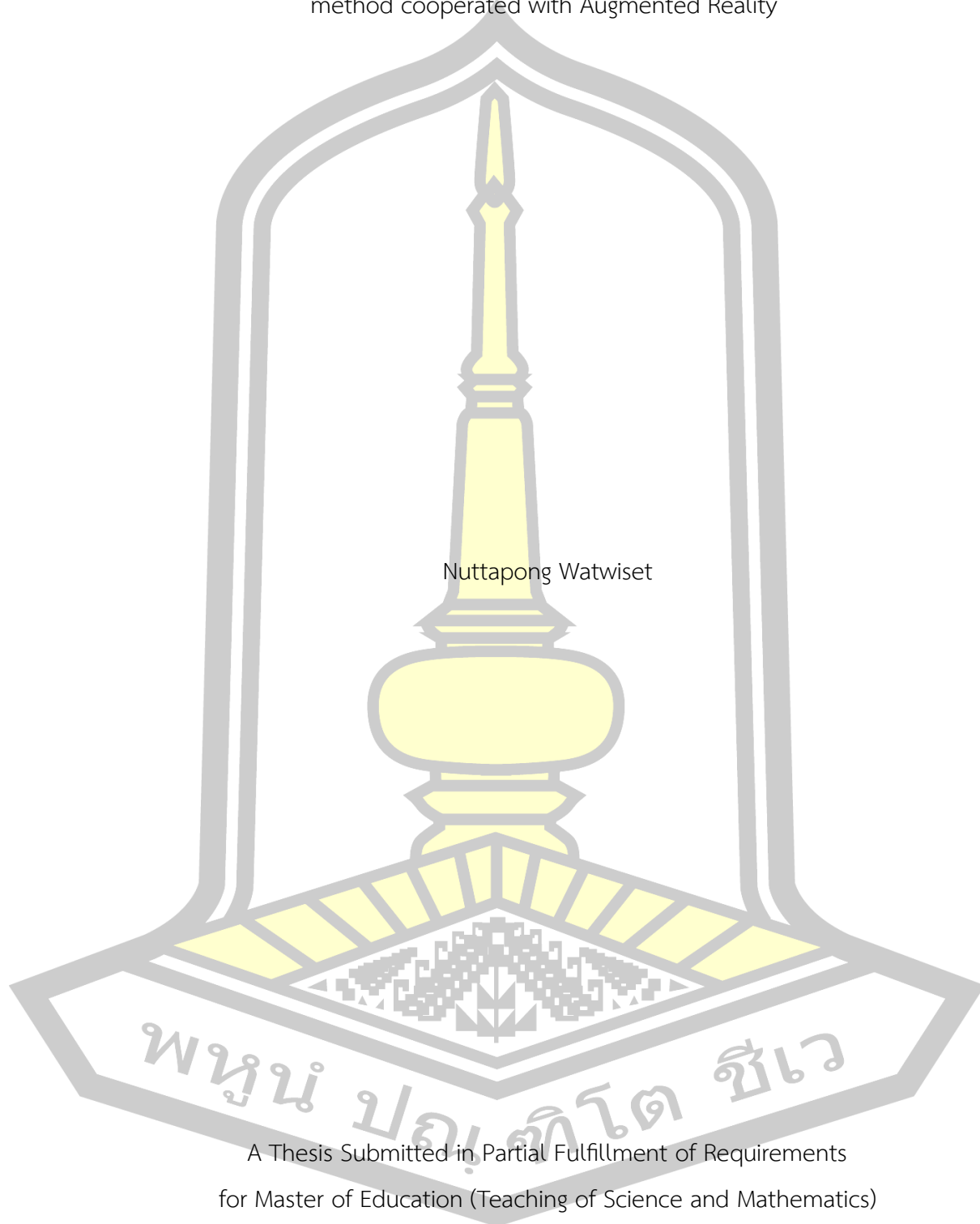


ธันวาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The development of Scientific Concept Using Model-Observe-Reflect-Explain learning
method cooperated with Augmented Reality

Nuttapong Watwiset



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

December 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายันทพงศ์ วัตวิเศษ
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. วิชญ รัชตเวชกุล)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง		
ผู้วิจัย	นัทรพงศ์ วัฒวิเศษ		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ให้อยู่ในระดับนวัตกรรมที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไป 2) เพื่อศึกษานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ โดยแบ่งเป็น 3 วงรอบปฏิบัติการเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 4 ชนิด ได้แก่ (1) แผนการเรียนรู้ (2) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน (4) แบบสังเกตพฤติกรรม ผลการศึกษา พบว่า มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด โดยสามารถแบ่งเป็นวงรอบปฏิบัติการได้ดังนี้

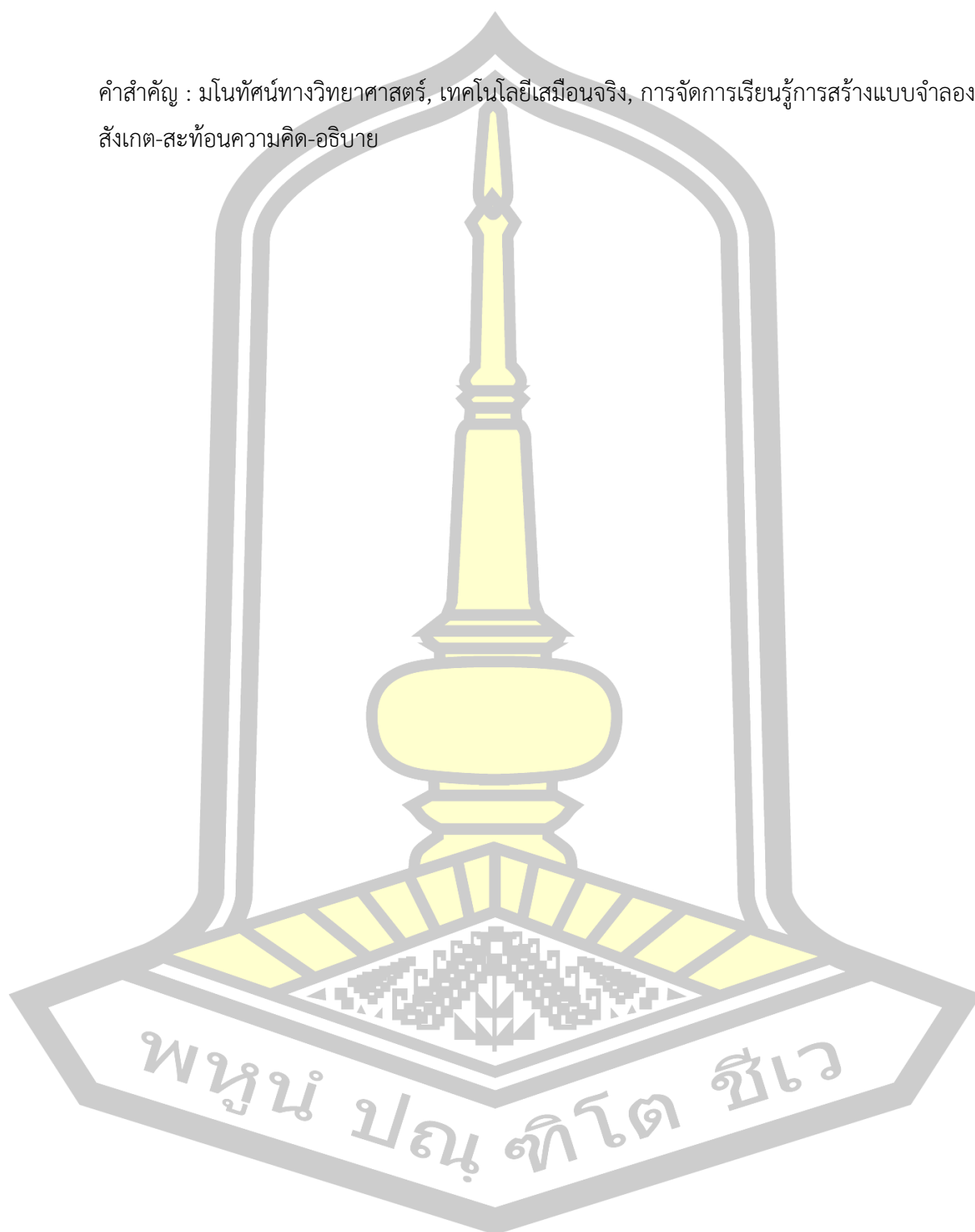
วงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 14 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU)

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และนักเรียนส่วนใหญ่มี

ระดับบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)

คำสำคัญ : มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, เทคโนโลยีเสมือนจริง, การจัดการเรียนรู้การสร้างแบบจำลอง-
สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย



TITLE	The development of Scientific Concept Using Model-Observe-Reflect-Explain learning method cooperated with Augmented Reality		
AUTHOR	Nuttapong Watwiset		
ADVISORS	Associate Professor Kanyarat Cojorn , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2023

ABSTRACT

This action research aim 1) to develop the scientific concept by using model-observe-reflect-explain learning method cooperated with augmented reality of student passing the criteria of partial understanding 2) to study the students' scientific concepts after using model-observe-reflect-explain learning method cooperated with augmented reality. The target contained of 19 students of Mattayomsuksa 4 who were considered as limited in scientific concept of Kalasin Pittayasan School. The purposive sampling was used to select the target group. The action research consisted of 3 cycles. The instruments employed in study were (1) lesson plan, (2) the scientific conceptual test, (3) interview form, and (4) observation form. The study findings indicated that there were 15 students or 93.75 percent in passing the criteria of partial understanding. When considering each cycle, it was found as follows:

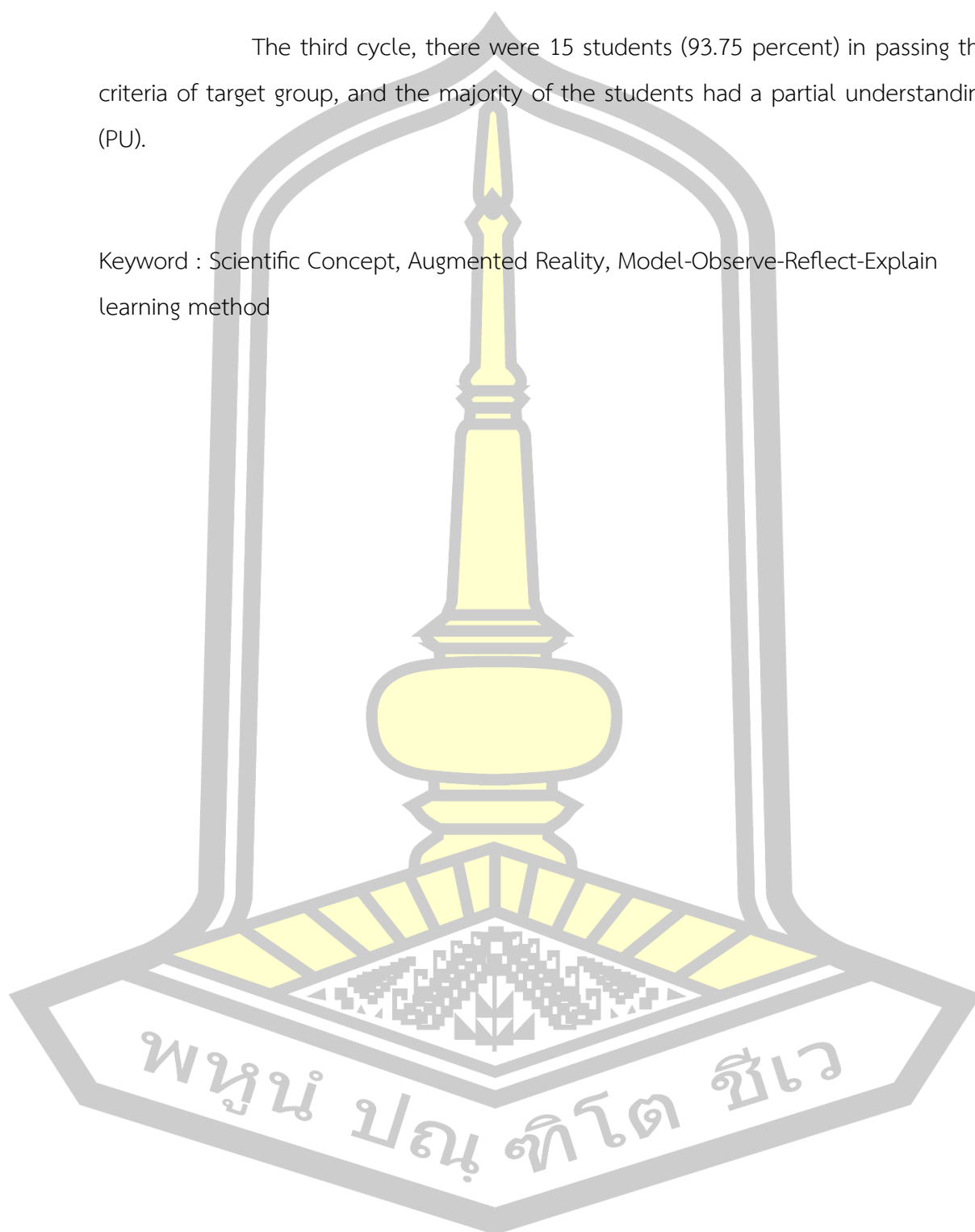
The first cycle, there were 9 students (52.25 percent) in passing the criteria of target group, and the majority of the students had a partial understanding (PU).

The second cycle, there were 14 students (87.50 percent) in passing the criteria of target group, and the majority of the students had a sound

understanding (SU).

The third cycle, there were 15 students (93.75 percent) in passing the criteria of target group, and the majority of the students had a partial understanding (PU).

Keyword : Scientific Concept, Augmented Reality, Model-Observe-Reflect-Explain learning method



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมทรง สิทธิ ประธาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชญ รัชตเวชกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทศนัศิรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอรารวรรณ์ อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด คุณครูโกศล สีสังข์ คุณครูรัตนาลครร่า คุณครูชุมพล ชารีแสน ที่ช่วยในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัยและให้ข้อเสนอแนะ อันเป็นประโยชน์ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ผู้อำนวยการโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ คณะครูและนักเรียนทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโทสาขาหลักสูตรและการสอน 2564 ทุกคนที่มีส่วนสนับสนุนให้ คำแนะนำให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ นายทวี วัดวิเศษ และนางสุวรรณ วัดวิเศษ พ่อกับแม่ที่ให้กำลังใจตลอด ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา บุรพจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในความสำเร็จของการวิจัยในครั้งนี้

นัทธพงศ์ วัดวิเศษ

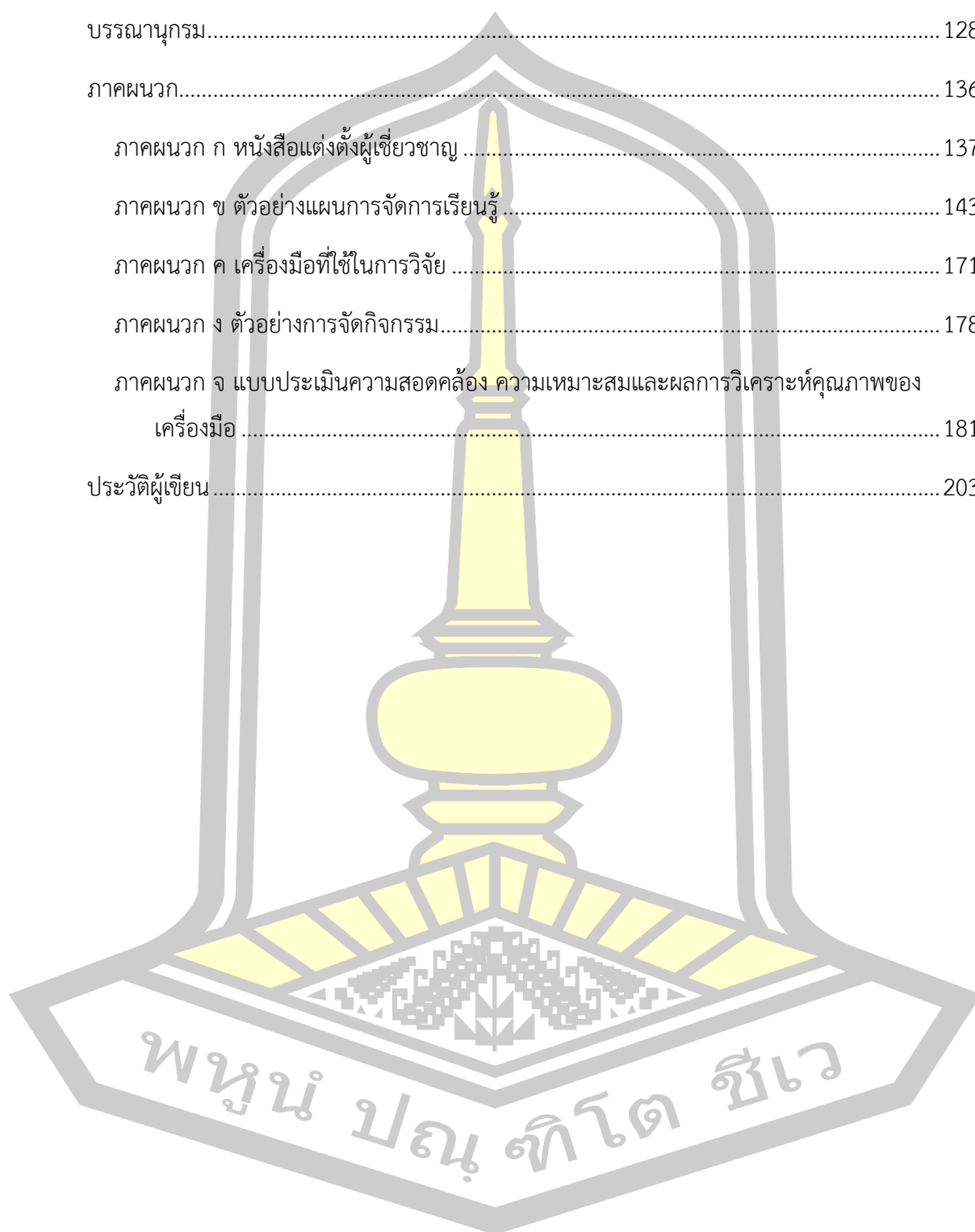
พูน ปณ จิตโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	10
การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย.....	22
เทคโนโลยีเสมือนจริง	34
การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้ เทคโนโลยีเสมือนจริง.....	50
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	54

วิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	62
บริบทของโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์	71
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	72
กรอบแนวคิดในการวิจัย	78
บทที่ 3	79
วิธีดำเนินการวิจัย	79
กลุ่มเป้าหมาย.....	79
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	81
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	82
การเก็บรวบรวมข้อมูล	97
การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	100
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	101
บทที่ 4	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย	102
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ.....	106
วงรอบปฏิบัติการที่ 1.....	106
วงรอบปฏิบัติการที่ 2.....	112
วงรอบปฏิบัติการที่ 3.....	116
บทที่ 5	120
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	120
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	120
สรุปผล	120
อภิปรายผล.....	122

ข้อเสนอแนะ	127
บรรณานุกรม.....	128
ภาคผนวก.....	136
ภาคผนวก ก หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	137
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	143
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	171
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการจัดกิจกรรม.....	178
ภาคผนวก จ แบบประเมินความสอดคล้อง ความเหมาะสมและผลการวิเคราะห์คุณภาพของ เครื่องมือ	181
ประวัติผู้เขียน	203

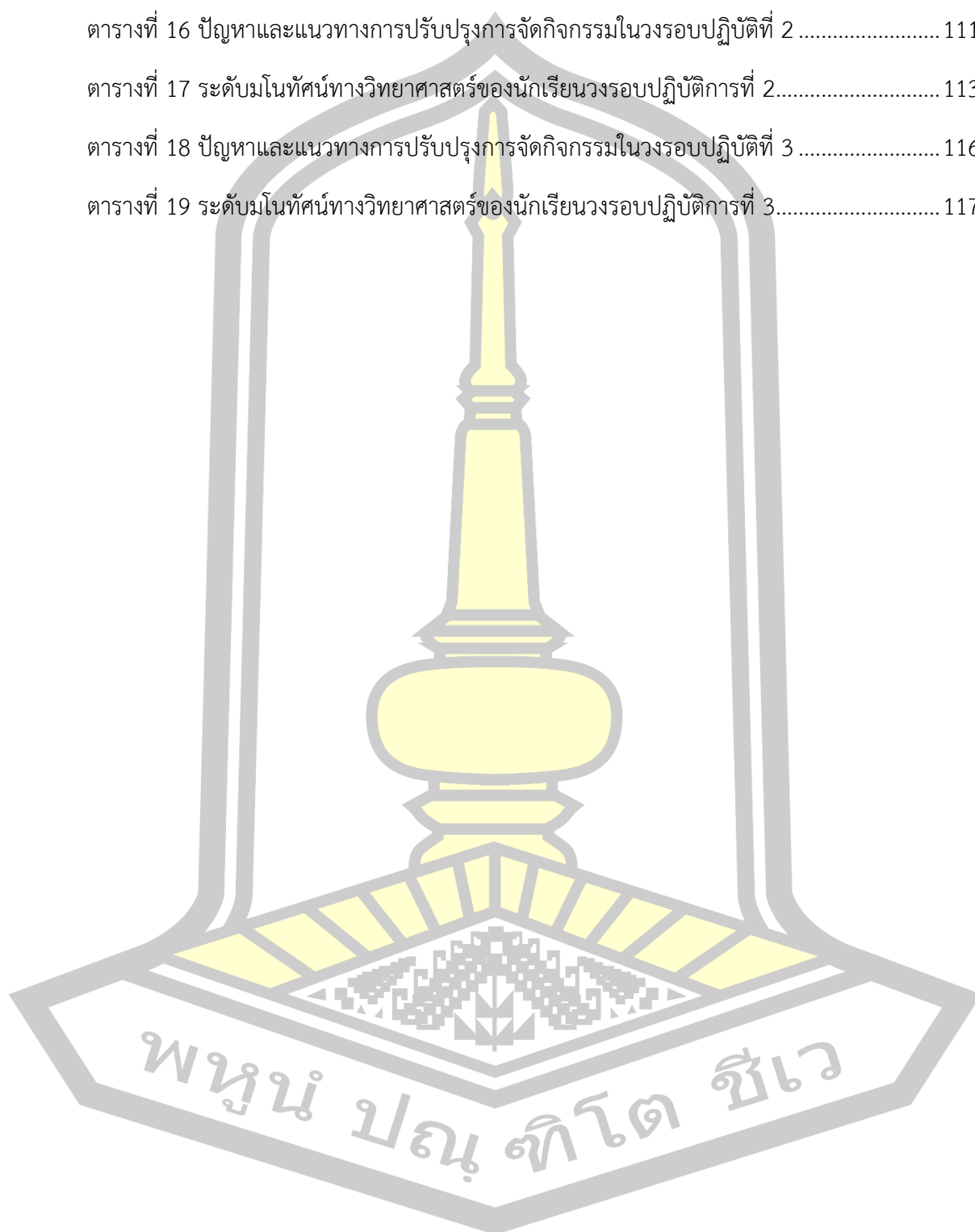


สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ของ Carillo, Lee and Reickey.....	28
ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ของ Trout, Lee, Moog and Rickey.....	30
ตารางที่ 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ของ Taufanny, Munasir and Suprpto	31
ตารางที่ 4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย.....	33
ตารางที่ 5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง	52
ตารางที่ 6 เกณฑ์ในการแบ่งความเข้าใจโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ของ Haider.....	59
ตารางที่ 7 เกณฑ์ในการแบ่งความเข้าใจโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ของ Coştu.....	61
ตารางที่ 8 ผลการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9.....	80
ตารางที่ 9 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่าง สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ เรื่องสารละลาย โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง	82
ตารางที่ 10 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง	90
ตารางที่ 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้และจำนวนข้อคำถามที่สร้างและต้องใช้จริงเรื่องสารละลาย	92
ตารางที่ 12 ประเด็นในการสัมภาษณ์เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้.....	94
ตารางที่ 13 ประเด็นที่ต้องการสังเกตและพฤติกรรมที่สังเกต	96
ตารางที่ 14 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 16 คน.....	102

ตารางที่ 15 ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงรอบปฏิบัติการที่ 1.....	107
ตารางที่ 16 ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงการจัดกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติที่ 2	111
ตารางที่ 17 ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงรอบปฏิบัติการที่ 2.....	113
ตารางที่ 18 ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงการจัดกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติที่ 3	116
ตารางที่ 19 ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงรอบปฏิบัติการที่ 3.....	117



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปภาพที่ 1 การทำนายผลของนักเรียนโดยการใช้ POE	23
รูปภาพที่ 2 แผนภาพแสดงการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง	39
รูปภาพที่ 3 การดาวน์โหลดและการสมัคร Essemblr	42
รูปภาพที่ 4 ลงทะเบียนเพื่อใช้งาน Essemblr	43
รูปภาพที่ 5 Interface ของ Essemblr	43
รูปภาพที่ 6 สร้าง Augment Reality	44
รูปภาพที่ 7 เลือกโหมด 3D objects	44
รูปภาพที่ 8 วัตถุ 3D นักเรียนสามารถเพิ่ม ได้ดังนี้	45
รูปภาพที่ 9 เพิ่มตัวหนังสือกับวัตถุ 3D	46
รูปภาพที่ 10 กด Publish	47
รูปภาพที่ 11 เลือก Share QR Marker	48
รูปภาพที่ 12 เลือก Download QR Marker	48
รูปภาพที่ 13 ตัวอย่างผลงานนำเสนอ	49
รูปภาพที่ 14 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan and Brannick	65
รูปภาพที่ 15 ร้อยละผู้ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มเป้าหมาย	104
รูปภาพที่ 16 ร้อยละระดับมัธยมศึกษาทางวิทยาศาสตร์แต่ละวงรอบปฏิบัติการ	105

พูน ปณ จิต ชีเว

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดเทคโนโลยีที่มนุษย์ใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ ทั้งส่งเสริมให้มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูล วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge Society) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงมีบทบาทสำคัญ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้โดยมีโมเดลที่ถูกต้อง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้สรุปแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรฐาน 22 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่เชื่อว่านักเรียนสามารถเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม (Duffy and Cunningham, 1996) แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivist เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างความรู้ (Construct) และความรู้ (Knowledge) โดยอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้แนวปัญญานิยม ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม และมานุษยวิทยาว่า ความรู้ คือ ส่วนที่เกิดขึ้นระหว่างประสบการณ์ และการสะท้อนความคิดที่ได้จากประสบการณ์ให้เกิดความเชื่อมโยงกันกับข้อมูลใหม่ และนักเรียน คือ ผู้ที่สร้างความรู้ด้วยตัวเอง โดยเป็นคนสร้างความหมายด้วยเครื่องมือ และสัญลักษณ์กับเหตุการณ์ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม (Elliott, Kratochwill, Littlefield Cook and Travers, 2000)

การศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องอาศัยการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ (Logic) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกอย่างเป็นเหตุเป็นผล (Logic) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยเฉพาะธรรมชาติของรายวิชาเคมี ซึ่งเป็นการศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอม และโมเลกุล โดยที่นักเรียนไม่สามารถสังเกตด้วยตาเปล่าได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่อง สารละลาย ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ซึ่งนักเรียนจะต้องอาศัยการใช้จินตนาการในการเชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์ (Orgill and Bordner, 2004) ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารซึ่งประกอบด้วย 1) การเปลี่ยนแปลงระดับมหภาค (macroscopic) อธิบายปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตด้วยตาเปล่า 2) การเปลี่ยนแปลงระดับจุลภาค (microscopic) อธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตในระดับอะตอมและโมเลกุล และ 3) การเปลี่ยนแปลงระดับสัญลักษณ์ (symbolic) เป็นการอธิบายที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมหภาคและจุลภาค โดยการเขียนด้วยสัญลักษณ์ทางเคมี (Johnstone, 1993) การที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพนั้นนอกจากที่นักเรียนจะต้องมีการเชื่อมโยงจินตนาการระหว่างเนื้อหากับประสบการณ์แล้ว นักเรียนต้องมีการเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยที่นักเรียนจะเกิดการเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งเกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการสำรวจตรวจสอบ และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ (Jacobson, & Bergman, 1999) การที่นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ จะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมได้ ซึ่งหมายถึงนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงจินตนาการในเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ (Johnstone, 1993) หนึ่งในสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพราะการที่นักเรียนไม่สามารถเห็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมไปสู่เป็นรูปธรรมได้ จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจโมเดลเรื่องนั้น ๆ คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาของผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยายหรือสาธิตให้ดู ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมน้อย ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้น้อย จึงอาจส่งผลกระทบต่อให้นักเรียนไม่เข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง (จตุพร พงศ์พิระ และประสาธต์ เนื่องเฉลิม, 2560 ; เปรมสิมณี ช่างยา และประสาธต์ เนื่องเฉลิม, 2562) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โดยใช้แบบวัดโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร ของฐณธรณ์ กันโท (ของฐณธรณ์ กันโท, 2563) เพราะเป็นเรื่องหนึ่งที่ใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านเคมีหลายเรื่อง เช่น เรื่อง สารละลาย พันธะเคมี อะตอม และโมเลกุล มาอธิบายหลักการการ

แยกสาร ผลการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 พบว่า นักเรียน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 39.02 มีมโนทัศน์ที่ต่ำกว่าระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีความสามารถในการใช้จินตนาการในการเชื่อมโยงไปยังบทเรียนที่เป็นระดับจุลภาคได้ ดังนั้น นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองขึ้นมาเพื่อให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ไม่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ (Johnstone, 1993)

การจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้วิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย Model-Observe-Reflex-Explain (MORE) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ส่งเสริมให้นักเรียน สะท้อนแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ให้มีประสิทธิภาพทางความคิดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงความคิดของนักเรียนจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นสร้างแบบจำลอง นักเรียนต้องใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการสร้างแบบจำลองทางความคิดและสามารถคาดคะเนคำตอบของสิ่งที่ต้องการศึกษา ขั้นสังเกต นักเรียนต้องมีวางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบที่ต้องการจะศึกษา ขั้นสะท้อนความคิด นักเรียนร่วมกันสะท้อนความคิด เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักการหรือทฤษฎีกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และขั้นอธิบาย นักเรียนร่วมกันอภิปรายแบบจำลองโดยสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Tien, Rickey and Stacy, 1999) นอกจากนี้วิธีการสอน Model-Observe-Reflex-Explain (MORE) ยังสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดหรือมโนคติของนักเรียน เป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนเข้าใจในการสร้างแบบจำลองทางความคิด และมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการแสดงหาคำตอบด้วยตนเองและปลูกฝังให้นักเรียนแสดงความรู้และมโนคติของตนเองออกมาในรูปแบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลหรืออะตอมในการเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาคไปสู่มหภาคได้

การประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีเป็นสื่อประสมในวัตกรรมการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงในด้านการศึกษามีสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ทำให้นักเรียนจะได้สัมผัสกับประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง นักเรียนจะเกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูผู้สอนเสริมสร้างความรู้ของนักเรียนผ่านการสาธิต การสนทนา รูปแบบการเรียนรู้จะปรับเปลี่ยนเป็นโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมากขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงจินตนาการระหว่างเนื้อหาที่เป็นนามธรรมและรูปธรรมมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนเกิดการเข้าใจในมโนทัศน์ในสิ่งที่ต้องการศึกษาที่ชัดเจนมากขึ้น ดังนั้นสถานศึกษา นักวิชาการศึกษา และครูผู้สอนจะเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญใน

การนำเทคโนโลยีเสมือนผสานโลกจริงมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้รับมีประสบการณ์มากขึ้นโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับสถานที่หรือวัตถุที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาที่เรียนรู้ด้วยภาพสามมิติอย่างเหมาะสม โดยการผนวกเข้ากับการเรียนรู้แบบสำรวจด้วยเทคโนโลยีมือถือและอุปกรณ์สมัยใหม่ ที่ทำให้การเรียนรู้สามารถจะขยายการเรียนรู้ออกสู่นอกห้องเรียนมากขึ้น (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2554) โดยเฉพาะเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality; AR) เพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีการนำระบบความเป็นจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนเข้าด้วยกันผ่านวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงผลเป็นภาพเสมือนจริงทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง สามมิติ และภาพเคลื่อนไหว (ไพฑูรย์ ศรีฟ้า, 2556)

จากแนวคิดสภาพปัญหาและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง สารละลาย ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ชัดเจนมากขึ้น ผ่านการสร้างแบบจำลองที่แสดงออก โดยใช้สื่อที่พัฒนาจากหลักนำเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน กล้องวิดีโอ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งนักเรียนได้นำแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่จะช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลองมากขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ให้อยู่ในระดับมโนทัศน์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไป
2. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ความสำคัญของการวิจัย

1. สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย สำหรับครูผู้สอน และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 จำนวน 16 คน เลือกแบบเจาะจง โรงเรียน
กาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ปีการศึกษา 2565
2. ตัวแปรที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่
 - 2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อน
ความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
เนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง สารละลาย โดยแบ่งออกเป็น 3 เรื่อง
ดังนี้
 - 3.1 ความเข้มข้นของสารละลาย
 - 3.2 การเตรียมสารละลาย
 - 3.3 สมบัติบางประการของสารละลาย
4. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย
งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลา 14 ชั่วโมง
จำนวน 9 แผนการเรียนรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย หมายถึง วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ให้มีประสิทธิภาพทางความคิดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model) หมายถึง ขั้นการใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการสร้างแบบจำลองและคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ผ่านการเขียนและวาดรูป 2 มิติ เรียกว่า แบบจำลองเบื้องต้น และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

2. ขั้นการสังเกต (Observe) หมายถึง ขั้นการวางแผนและดำเนินการตรวจสอบสิ่งที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง พร้อมสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ที่ศึกษากับสิ่งอื่น ๆ

3. ขั้นการสะท้อนความคิด (Reflect) หมายถึง ขั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการและข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต และการตอบคำถามจากชุดคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายทางเคมีในระดับมหภาคและจุลภาค และปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง

4. ขั้นการอธิบาย (Explain) หมายถึง ขั้นตั้งคำถามและการแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนผ่านการนำแบบจำลองที่แก้ไข มาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในห้อง โดยจะต้องระบุการสังเกต การวิเคราะห์ และการให้เหตุผล ให้แบบจำลองสัมพันธ์กับหลักการของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2. เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality; AR) หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ด้วยการเพิ่มภาพผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ แล้วแสดงผลขึ้นมาออกมาเป็น 3 มิติ โดยงานวิจัยนี้จะให้แอปพลิเคชัน Assemblr ผ่านการสร้างผลงานโทรศัพท์มือถือ

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ให้มีประสิทธิภาพทางความคิดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง ผ่านการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยแอปพลิเคชัน Assemblr ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model) หมายถึง ขั้นการใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการสร้างแบบจำลองและคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ผ่านการเขียนและวาดรูป 2 มิติ เรียกว่า แบบจำลองเบื้องต้น และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

2. ขั้นการสังเกต (Observe) หมายถึง ขั้นการวางแผนและดำเนินการตรวจสอบสิ่งที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง พร้อมสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ที่ศึกษากับสิ่งอื่น ๆ

3. ขั้นการสะท้อนความคิด (Reflect) หมายถึง ขั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการและข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต และการตอบคำถามจากชุดคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายทางเคมีในระดับมหภาคและจุลภาค และปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองเป็นชิ้นงาน 3 มิติ โดยใช้แอปพลิเคชัน Assemblr บนโทรศัพท์มือถือ

4. ขั้นการอธิบาย (Explain) หมายถึง ขั้นตั้งคำถามและการแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนผ่านการนำแบบจำลอง 3 มิติ มาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในห้อง โดยจะต้องระบุการสังเกต การวิเคราะห์ และการให้เหตุผล ให้แบบจำลองสัมพันธ์กับหลักการของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดรอบยอดเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ศึกษา ที่พัฒนาผ่านวิธีการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดเป็นความคิดที่ถูกต้องในข้อเท็จจริง โดยเชื่อมโยงด้วยข้อมูลหรือหลักฐาน โดยวัดได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตอน โดยให้ตอนที่ 1 เป็นคำถามเนื้อหาจำนวน 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลให้สอดคล้องกับการเลือกตอบตอนที่ 1 โดยแบ่งระดับมโนทัศน์ออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

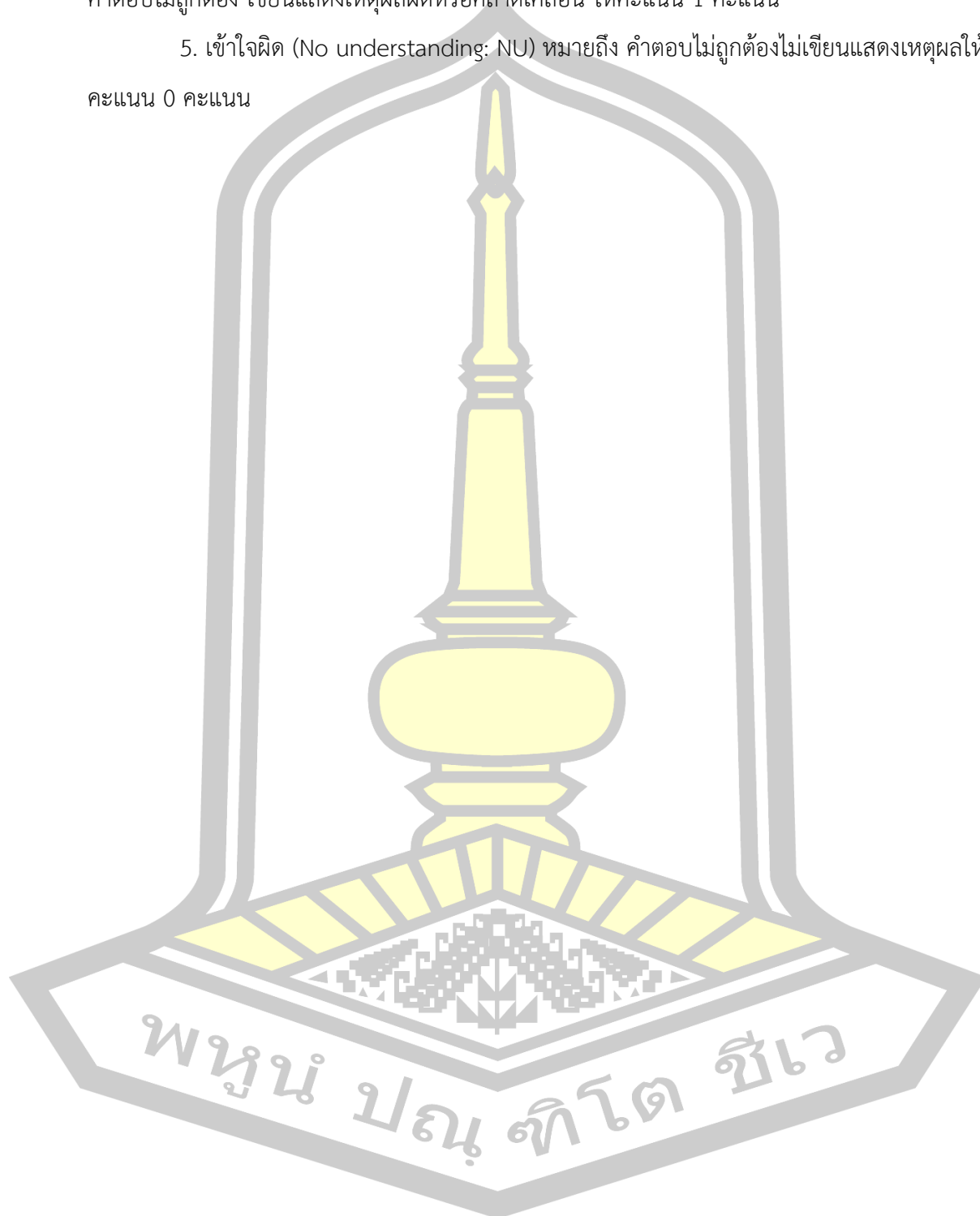
1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (Sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ให้คะแนน 4 คะแนน

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกบางส่วน หรือคำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ให้คะแนน 3 คะแนน

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (Partial understanding with specific misconception: PS) หมายถึง คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือคลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน หรือคำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน ให้คะแนน 2 คะแนน

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือคลาดเคลื่อน ให้คะแนน 1 คะแนน

5. เข้าใจผิด (No understanding: NU) หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้องไม่เขียนแสดงเหตุผลให้ คะแนน 0 คะแนน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยสรุปเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย
3. เทคโนโลยีเสมือนจริง
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
6. วิจัยเชิงปฏิบัติการ
7. บริบทของโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. กรอบแนวคิดในการวิจัย

พูน ปณ จิตโต ชีเว

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล การเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยง

เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มี การทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีการออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิตหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงานการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

5. วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้าน วิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตว แพทย์เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิต วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียม กับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ใน ชีวิตจริง สรุปได้ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
2. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น
 - 2.1 เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้วจัดให้ เรียนในสาระชีววิทยา
 - 2.2 เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และโลกดาราศาสตร์และอวกาศได้ พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ
 - 2.3 เรื่องกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้ เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ ทับซ้อนกันในสาระเคมี และฟิสิกส์
 - 2.4 เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระ เคมี และฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี
3. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย เช่น
 - 3.1 เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับนักเรียน

3.2 เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุและ
มรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน

4. ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอน
ปลาย

5. มีการเพิ่มเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน
และอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา
เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นวัตกรรมและการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการใน
สาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับ
สังคมและเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อ
ความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ถึงแม้ว่าสถานศึกษาสามารถจัดให้นักเรียนได้เรียนตามความ
เหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษา แต่ในแนวทางปฏิบัติสถานศึกษาควรจัดให้นักเรียนได้เรียน
ทุกสาระเพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำไปใช้เพื่อการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาของสาระ
โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้ามความสำคัญของการเรียนสาระนี้ซึ่งเป็นการบูร
ณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อ
มาช่วยในการอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การ
เปลี่ยนแปลงภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด
ดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วยและที่สำคัญ คือ ความรู้ในสาระนี้สามารถ
นำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้าน เช่น อาชีพเกี่ยวกับวัสดุศาสตร์ การ
เดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษาประวัติศาสตร์ วิศวกรรม อุตสาหกรรมน้ำมันเหมือง นักรถยนต์วิทยา
นักอุตุนิยมวิทยา นักดาราศาสตร์ นักบินอวกาศ ดังนั้น พื้นฐานความรู้สาระโลกดาราศาสตร์และ
อวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับนักเรียน เพราะในอนาคตข้างหน้า
นอกจากมนุษย์จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่ตัวเองอาศัยอยู่แล้ว ยังต้องพัฒนาตนเองเพื่อศึกษา
ข้อมูล ต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

6. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม นักเรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพโครงสร้าง และการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลกการเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

7. สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

8. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระเคมี

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตร
2. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
6. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

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

ผลการเรียนรู้

1. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
3. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
4. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

5. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน

6. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ใน

ปฏิกิริยาเคมี

7. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

9. คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

ศึกษาความหมายและคำนวณ มวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล โมล มวลต่อโมลและมวลสูตร ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของ แก๊สที่ STP กฎสัดส่วนคงที่คำนวณอัตราส่วนโดยมวล อัตราส่วนโดยโมล ร้อยละโดยมวล สูตรโมเลกุล และสูตรเอมพิริคัล

ศึกษาหน่วยความเข้มข้นและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลาลิตี และเศษส่วนโมล ศึกษาการเตรียมสารละลายจาก สารบริสุทธิ์และจากการเจือจางสารละลายเข้มข้น เปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสาร บริสุทธิ์และสารละลาย

ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลในปฏิกิริยาเคมี แปลความหมายและ สัญลักษณ์ในสมการเคมี คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีตามกฎทรงมวล ศึกษากฎการรวม ปริมาตรแก๊สของเกย์ลูสแซก และสมมติฐานของอาโวกาโดร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล มวลความเข้มข้น และปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ปริมาณสารเมื่อมีสารกำหนดปริมาณ และผลได้ร้อยละ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ
มวลโมเลกุล และมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวน
อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วน
คงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และ
ปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้ง
คำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยา
เคมีบางชนิด
9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของ
สารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

รวมทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้

10. โครงสร้างรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

โครงสร้างรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน (ชั่วโมง)	คะแนน
4	โมลและ สูตรเคมี	1. บอกความหมายของมวล อะตอมของธาตุ และคำนวณมวล อะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวล โมเลกุล และมวลสูตร 2. อธิบาย และคำนวณปริมาณใด ปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP 3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของ ธาตุองค์ประกอบของ สารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ 4. คำนวณสูตรอย่างง่าย และสูตร โมเลกุลของสาร	4.1 มวลอะตอม 4.2 โมล 4.3 สูตรเคมี	20	27
5	สารละลาย	5. คำนวณความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วยต่าง ๆ 6. อธิบายวิธีการ และเตรียม สารละลายให้มีความเข้มข้นใน หน่วยโมลาริตี และปริมาตร สารละลายตามที่กำหนด 7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุด	5.1 ความเข้มข้น ของสารละลาย 5.2 การเตรียม สารละลาย 5.3 สมบัติบาง ประการของ สารละลาย	15	21

โครงสร้างรายวิชา (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน (ชั่วโมง)	คะแนน
		เยือกแข็งของสารละลายกับสาร บริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลาย			
6	ปริมาณ สัมพันธ์	8. แปลความหมายสัญลักษณ์ใน สมการเคมีเขียนและดุลสมการ เคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด 9. คำนวณปริมาณของสารใน ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวล สาร 10. คำนวณปริมาณของสารใน ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความ เข้มข้นของสารละลาย 11. คำนวณปริมาณของสารใน ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับ ปริมาตรแก๊ส 12. คำนวณปริมาณของสารใน ปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน 13. ระบุสารกำหนดปริมาณ และ คำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ใน ปฏิกิริยาเคมี 14. คำนวณผลได้ร้อยละของ ผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	6.1 ปฏิกิริยาเคมี 6.2 สมการเคมี 6.3 การคำนวณ ปริมาณสาร ในปฏิกิริยาเคมี 6.4 สารกำหนด ปริมาณ 6.5 ผลได้ร้อยละ	25	52
รวม				60	100

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

Mattox, Reisner and Rickey (2006) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย เป็นเครื่องมือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ด้วยความรู้หรือประสบการณ์เดิมออกมาเป็นแบบจำลองที่แสดงออกถูกพิจารณาความสอดคล้องกับการทดลองที่เป็นเชิงประจักษ์พยาน ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง

Edlyn and Matreo (2015) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย เป็นเครื่องมือที่ให้นักเรียนนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบความรู้ให้มีประสิทธิภาพทางความคิดที่สูงขึ้น

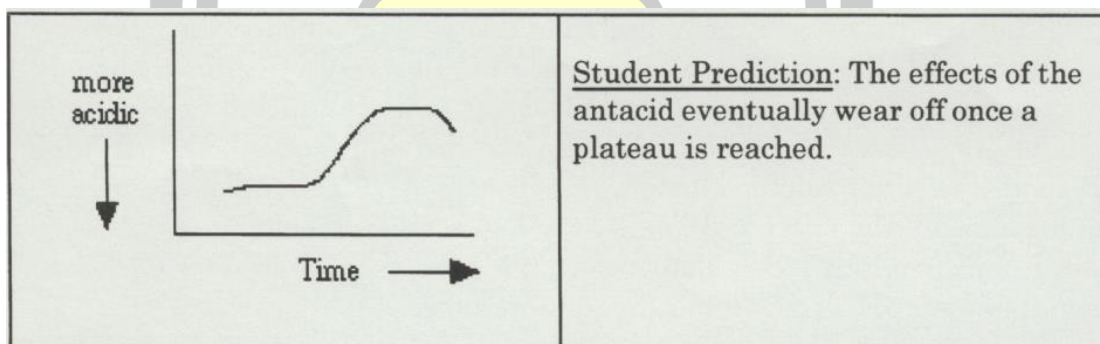
Tien, Rickey and Stacy (2019) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย เป็นเครื่องมือการสอนที่ใช้เน้นการกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้สอดคล้องกับการทดลองที่เป็นประจักษ์พยาน

Munasir and Suprpto (2021) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย เป็นวิธีที่ให้นักเรียนมีการสร้างแบบจำลองเริ่มต้นบนพื้นฐานความรู้ของนักเรียน โดยอาศัยการสำรวจตรวจสอบ และวิเคราะห์ผล การเรียนรู้แบบจำลองแบบนี้สามารถเชื่อมโยงไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติการได้

สรุปความหมาย การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย หมายถึง วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ให้มีประสิทธิภาพทางความคิดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง

2. ที่มาและความสำคัญการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย (MORE) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบ Predict - Observe - Explain (POE) โดย Klopfer และ Anderson ซึ่งมีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนสามารถเกิดความเข้าใจโน้มนำ นำไปใช้ในการทำการทดลอง เพื่อที่จะสามารถทำนายหรือคาดการณ์สิ่งที่ต้องการศึกษา โดยมีแนวคิดพื้นฐานจากทฤษฎี Constructivism ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำนาย (Predict) ขั้นการสังเกต (Observe) และขั้นการอธิบาย (Explant) เน้นให้นักเรียนทำนายปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา และนำเสนอแนวคิดเบื้องต้นที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม แล้วนำไปสู่การวางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเบื้องต้นกับข้อมูลที่ได้รับ จากผลการเรียนรู้แบบ Predict - Observe - Explain (POE) พบว่า ไม่เพียงพอต่อการสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง เนื่องจากขาดขั้นตอนในการสะท้อนแนวคิดก่อนการอธิบาย ส่งผลให้นักเรียนเกิดการทำนายผลที่คลาดเคลื่อน (Tien, Rickey and Stacy, 1999) ดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 การทำนายผลของนักเรียนโดยการใช้ POE

(Tien, Rickey and Stacy, 1999)

ดังนั้น คณะวิจัยโดย Lydia Tsing Tien นักศึกษาระดับปริญญาเอก มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เบิร์กลีย์ (University of California Berkeley) จึงได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองขึ้นมาโดยการเพิ่มขั้นการสะท้อนก่อนการอธิบาย (Reflect-Explain) เป็นวิธีการสอน โดยการใช้ Model-Observe-Reflex-Explain (MORE) ซึ่งนำมาใช้ครั้งแรกกับนักศึกษาระดับ

ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเคมี ใน ค.ศ. 1998 เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน และต่อมาคณะผู้วิจัยได้พัฒนาและปรับปรุงแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองนี้มาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และพัฒนาทักษะการคิดผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองที่เลียนแบบการศึกษาค้นคว้าและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Carillo, Lee and Reickey, 2005)

ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นตัวแทนทางความคิดของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา จุดมุ่งหมายหลักของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง (จกมล บุญรอด, 2557 อ้างอิงจาก Rickey and Stacy, 2000) มีดังต่อไปนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดก่อนการเรียนรู้ โดยการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น เพื่อเป็นการคาดคะเนผลการศึกษา และกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบ
2. ส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงการรู้คิดของตนเอง (Meta-cognition) รับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของตนเอง สามารถวิเคราะห์ และแก้ไขแนวคิดของตนเองได้โดยใช้หลักฐานที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ในการสนับสนุนแนวคิดนั้น
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเองพร้อมกับการอธิบายแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเชื่อมโยงผลการสังเกตในระดับมหภาค (Macroscopic) และการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอม ไอออน หรือโมเลกุล

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

Tien, Rickey and Stacy (1999) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model) หมายถึง ขั้นการใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการสร้างแบบจำลองและคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา แบบจำลองเบื้องต้นของนักเรียนไม่ถูกต้องตีสันว่าถูกต้องหรือผิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นก่อให้เกิดความเข้าใจของนักเรียน และมีการอภิปรายแบบจำลองในกลุ่ม เพื่อให้เห็นความแตกต่างของความเข้าใจในการสร้างแบบจำลองของแต่ละบุคคล

2. ขั้นสังเกต (Observe) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องมีการอธิบายแบบจำลองเบื้องต้น ที่ทำการศึกษา และมีการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างการทำปฏิบัติการในการทดลองกับแบบจำลอง เดิม และทำการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ที่ศึกษากับสิ่งอื่น ๆ

3. ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect) หมายถึง ขั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการ ทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต เพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานในการปรับปรุง แบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ครูเป็นผู้นำจัดเตรียมคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน สะท้อนความคิดและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explain) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยน แนวคิดกับกลุ่มอื่นในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมายในการทำการทดลองและ ลงข้อสรุปได้ โดยที่ครูจะจัดเตรียมคำถามที่ทำให้เกิดความชัดเจนในแบบจำลองที่ถูกต้อง และนักเรียน จะแก้ไขแบบจำลองเบื้องต้นเดิมกับข้อมูลที่ได้หรือประสบการณ์อย่างถูกต้อง

Carillo, Lee and Rickey (2005) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง- สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสร้างแบบจำลอง หมายถึง ขั้นการอธิบายความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียนจาก ความรู้เดิมก่อนทำการทดลอง โดยให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มเล็ก ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่พวกเขาคาดว่า จะได้รับในการสังเกตจากการทดลอง เรียกว่า แบบจำลองเบื้องต้น โดยนักเรียนจะแสดงแบบจำลอง ออกมาเป็นคำบรรยายและรูปภาพ โดยแบบจำลองเบื้องต้นของนักเรียนไม่จำเป็นต้องเป็นโมเดลที่ ถูกต้อง

2. ขั้นสังเกต หมายถึง ขั้นการทำการทดลองเพื่อสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ โดยนักเรียนต้องสังเกตและมีการจดบันทึกอย่างละเอียดรอบคอบ

3. ขั้นสะท้อนความคิด หมายถึง ขั้นการสะท้อนความคิดออกมาทั้งในระหว่างการ ทดลองและหลังการทดลอง โดยครูมีการตั้งคำถามที่มีความเฉพาะเจาะจงเพื่อให้การสะท้อนความคิด นั้นและการปฏิบัติการทดลองเข้าด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

3.1 อะไรเป็นเป้าหมายของการทดลอง

3.2 จะทำอะไรเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการทดลอง

3.3 ข้อมูลในการทดลองมีความสัมพันธ์กับโมเดลเดิมอย่างไร

3.4 มีสิ่งที่สังเกตได้บ้างที่มีองค์ประกอบสอดคล้องกับแบบจำลองเบื้องต้น

3.5 อะไรที่คุณคิดว่าจะเกิดขึ้นในระดับโมเลกุล

4. ขั้นอธิบาย หมายถึง ขั้นการอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกตและสะท้อนความคิดของนักเรียนออกมาในกลุ่มเล็ก ๆ มีการถามเพื่อปรับแต่งแบบจำลองของนักเรียนแต่ละคน โดยครูถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายความคิดใหม่ (Current Ideas) นอกจากนี้ นักเรียนยังสนับสนุนความคิดของตัวเองด้วยการใช้ถ้อยคำและการวาดภาพ ถ้าเป็นการทดลองหลาย ๆ การทดลองในหัวข้อนั้น ๆ จะเรียกว่าชุดการทดลอง (Module)

Mattox, Reisner and Rickey (2006) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสร้างแบบจำลอง หมายถึง ขั้นการอธิบายและวาดภาพก่อนการทดลองเรียก การอธิบายและภาพวาดที่นักเรียนสร้างขึ้นว่า แบบจำลองเบื้องต้น โดยนักเรียนแต่ละคนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองก่อนและนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและสรุปเป็นแบบจำลองเบื้องต้นของกลุ่ม โดยแบบจำลองจะต้องมีความเชื่อมโยงของการอธิบายทางเคมีระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มอภิปรายแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของแบบจำลองเบื้องต้นของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น ๆ

2. ขั้นสังเกต หมายถึง ขั้นการดำเนินการทดลองของนักเรียน โดยก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติการทดลองนักเรียนจะต้องได้รับคำแนะนำและเทคนิคในการทำการทดลองที่เหมาะสม ครูผู้สอนควรมีการเน้นย้ำว่าควรใช้ประสาทสัมผัสใดบ้างในการสังเกต เช่น การมองเห็น การได้ยิน เป็นต้น

3. ขั้นสะท้อนความคิด หมายถึง ขั้นการสะท้อนความคิดของสิ่งที่ตนเองสังเกต เพื่อช่วยให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามจากชุดคำถามเพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดในการเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายทางเคมีในระดับมหภาคและจุลภาค

4. ขั้นอธิบาย หมายถึง ขั้นการตั้งคำถามและแบ่งปันข้อมูลของตนเองกับเพื่อนในห้องเรียนในระหว่างดำเนินการทำการทดลองแต่ละส่วน เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาภูมิปัญญาและสามารถช่วยให้นักเรียนทำนายสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น การนำไฟฟ้าของสารละลาย อาจนำข้อมูลของตนเองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลของเพื่อนคนอื่นในห้องเรียน โดยที่นักเรียนอาจมีการตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากการทดลองว่ามีความสัมพันธ์กับแบบจำลองอย่างไร และอธิบายข้อมูลนั้นออกมา

Munasir and Suprpto (2021) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสร้างแบบจำลอง (Model) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องได้สร้างแบบจำลองต่อปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาด้วยการเขียนคำอธิบาย วาดภาพ เป็นแบบจำลองเบื้องต้นจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตนเอง
2. ขั้นการสังเกต (Observe) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องมีการวางแผนการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดมาให้ พร้อมกับสามารถอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้
3. ขั้นสะท้อน (Reflect) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสังเกต และสามารถเปรียบเทียบกับความรู้เดิมว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสัมพันธ์กับการดำเนินกระบวนการระหว่างเรียน การอ่านหนังสือ หรือวารสารอย่างไร จากนั้นให้แก้ไขแบบจำลองโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการข้อมูลใหม่
4. ขั้นอธิบาย (Explain) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องอธิบายแบบจำลองที่สร้างขึ้น พร้อมอธิบายผลการสังเกต สำนวจตรวจสอบ และการวิเคราะห์ ในการสร้างแบบจำลองต่อปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model) หมายถึง ขั้นการใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการสร้างแบบจำลองและคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ผ่านการเขียนและวาดรูป 2 มิติ เรียกว่า แบบจำลองเบื้องต้น และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม
2. ขั้นการสังเกต (Observer) หมายถึง ขั้นการวางแผนและดำเนินการตรวจสอบสิ่งที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง พร้อมสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ที่ศึกษากับสิ่งอื่น ๆ
3. ขั้นการสะท้อนความคิด (Reflect) หมายถึง ขั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการและข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต และการตอบคำถามจากชุดคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายทางเคมีในระดับมหภาคและจุลภาค และปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง

4. ขั้นการอธิบาย (Explain) หมายถึง ขั้นตั้งคำถามและการแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนผ่านการนำแบบจำลองที่แก้ไขมาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในห้อง โดยจะต้องระบุงการสังเกต การวิเคราะห์ และการให้เหตุผล ให้แบบจำลองสัมพันธ์กับหลักการของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

Carillo, Lee and Reickey (2005) กล่าวถึง บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ของ Carillo, Lee and Reickey

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
การสร้างแบบจำลอง	1. นักเรียนต้องแสดงความสนใจต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. นักเรียนต้องตอบคำถามโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม 3. นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้น 4. นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเองต่อกลุ่ม	1. ต้องกำหนดสถานการณ์ที่ต้องการให้ศึกษาด้วยคำและภาพ 2. กระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองแต่ละกลุ่ม
สังเกต	1. นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองเพื่อสำรวจตรวจสอบสิ่งที่ต้องการศึกษา 2. การสังเกตต้องมีการจดบันทึกอย่างละเอียด	1. กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการสำรวจตรวจสอบในการทดลอง 2. แนะนำวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
สะท้อนความคิด	1. นักเรียนต้องตอบคำถามแสดงความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากข้อมูลในระหว่างและหลังการทดลอง	1. กระตุ้นโดยตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการทดลอง เช่น เป้าหมายของการทดลองนี้คืออะไร
อธิบาย	1. นักเรียนต้องอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปแก้ไขแบบจำลองของแต่ละบุคคลให้เกิดความสัมพันธ์กันระหว่างแบบระดับมหภาคกับจุลภาค	1. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายแบบจำลองได้อย่างละเอียด 2. ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างแบบจำลองเบื้องต้นและแบบจำลองที่ได้รับการแก้ไขแล้ว



Trout, Lee, Moog and Rickey (2008) กล่าวถึง บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ของ Trout, Lee, Moog and Rickey

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
การสร้าง แบบจำลอง	1. นักเรียนต้องแสดงความสนใจต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. นักเรียนต้องตอบคำถามโดยอาศัยความรู้เดิม เพื่อแสดงความเข้าใจในระดับมหภาคและจุลภาค 3. นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นด้วยการวาดภาพและคำอธิบาย	1. ต้องกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือสมมุติฐานที่ต้องการให้ศึกษา 2. กระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ ด้วยการใช้คำอธิบายและรูปภาพ
สังเกต	1. จะต้องแลกเปลี่ยนความรู้ด้วยการนำเสนอแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองต่อกลุ่มย่อย 2. นักเรียนต้องลงมือในการหาข้อมูลมาศึกษาปรากฏการณ์ที่จะศึกษา 3. นักเรียนจะต้องรวบรวมหลักฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สังเกต หรือกิจกรรม มาเชื่อมโยงกับแบบจำลองเบื้องต้น	1. กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการสำรวจตรวจสอบในการทดลอง 2. กระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ข้อมูลใหม่
สะท้อนความคิด	1. นักเรียนจะต้องอธิบายความหมายของหลักฐานที่สัมพันธ์กับแบบจำลอง 2. นักเรียนแก้ไขแบบจำลอง	1. ตั้งคำถามเกี่ยวข้องกับข้อมูลใหม่กับแบบจำลองเบื้องต้น 2. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
		แบบจำลองใหม่
อธิบาย	1. นักเรียนจะต้องสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยหลักฐานว่าทำไมถึงเกิดการแก้ไขแบบจำลอง 2. นักเรียนจะต้องอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในห้อง	1. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายแบบจำลองได้อย่างละเอียด

Taufanny, Munasir and Suprpto (2020) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ของ Taufanny, Munasir and Suprpto

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
การสร้างแบบจำลอง	1. นักเรียนต้องแสดงความสนใจต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. นักเรียนต้องตอบคำถามโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม	1. ต้องกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือสมมุติฐานที่ต้องการให้ศึกษา 2. กระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิม

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
	3. นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นด้วยการวาดภาพและคำอธิบาย	กับสถานการณ์
สังเกต	1. นักเรียนจะต้องสังเกตข้อมูล โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 2. นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองหรือกิจกรรม 3. นักเรียนจะต้องตอบคำถามที่แสดงความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากข้อมูลในระหว่างการทดลอง เพื่อสามารถสร้างข้อสรุปผลการทดลองหรือกิจกรรมได้	1. กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการสำรวจตรวจสอบในการทดลอง 2. กระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ข้อมูลใหม่
สะท้อนความคิด	1. นักเรียนต้องตอบคำถามเพื่อสะท้อนความรู้ใหม่กับแบบจำลองเดิม 2. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแบบจำลองเบื้องต้นกับความรู้ที่ได้หลังจากการทดลองหรือกิจกรรม โดยอ้างอิงกับทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนแก้ไขแบบจำลอง	1. ตั้งคำถามเกี่ยวข้องกับข้อมูลใหม่กับแบบจำลองเบื้องต้น 2. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองใหม่ 3. ตั้งหัวข้อในการนำเสนอในการอธิบายแบบจำลอง
อธิบาย	1. นักเรียนต้องอภิปรายองค์ความรู้ร่วมกันกับเพื่อนในห้อง	1. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายแบบจำลองได้อย่างละเอียด

สรุป บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

ตารางที่ 4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
การสร้างแบบจำลอง	1. นักเรียนต้องแสดงความสนใจต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. นักเรียนต้องตอบคำถามโดยอาศัยความรู้เดิม 3. นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้น 2 มิติจากการวาดภาพ 4. นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเองต่อกลุ่ม	1. ต้องกำหนดสถานการณ์ที่ต้องการให้ศึกษา 2. กระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองแต่ละกลุ่ม
สังเกต	1. นักเรียนจะต้องวางแผนการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบ 2. นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ 3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มตนเอง	1. กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการสำรวจตรวจสอบ 2. กำหนดประเด็นในการนำเสนอการสำรวจตรวจสอบ
สะท้อนความคิด	1. นักเรียนนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบแต่ละกลุ่ม โดยอาศัยหลักฐานความรู้ที่ได้ให้เกิดความสัมพันธ์กับแบบจำลองเบื้องต้น 2. นักเรียนต้องตอบคำถามแสดงความรู้	1. ตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากข้อมูล 2. กระตุ้นให้นักเรียนแก้ไขแบบจำลองให้สอดคล้องกับ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอน	การดำเนินกิจกรรม	
	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
	และประสบการณ์ที่ได้จากข้อมูล 3. นักเรียนต้องร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อแก้ไขแบบจำลองให้ถูกต้อง ผ่าน เทคโนโลยีให้เป็นชิ้นงาน	หลักฐาน
อธิบาย	1. นำเสนอและอภิปรายแบบจำลองใหม่ใน ชั้นเรียน	1. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนอภิปรายแบบจำลองได้ อย่างละเอียด

เทคโนโลยีเสมือนจริง

1. ความหมายของเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR)

พนิดา ต้นศิริ (2553) ได้ให้ความหมายว่า Augmented Reality เป็นเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยี ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปบนภาพที่ถ่ายมาจากกล้อง วิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2554) ได้ให้ความหมาย เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริง (Real world) เข้ากับปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง (Virtual world) โดยผ่านเทคนิคแสดงผลสามมิติจากกล้องเว็บแคม ทำให้เกิดการซ้อนทับระหว่างภาพในโลกแห่งความเป็นจริงกับภาพที่เกิดขึ้นในโลกเสมือน ซึ่งการผสมผสานของภาพที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องเกิดขึ้นจากการได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเป็นสำคัญ

ชุตินันต์ เกิดวิบูลย์เวช (2554) ได้ให้ความหมายว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นการผสมผสานโลกเสมือนเข้าไปในโลกจริง เพื่อทำให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอโดยที่มีองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมจริง

อดิศักดิ์ มหาวรรณ (2556) ได้ให้ความหมายว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นเทคโนโลยีที่ ผสานเอาโลกความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยผ่านทางอุปกรณ์ กล้องมือถือ คอมพิวเตอร์ รวมกับ การใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็นวัตถุ (Object) เช่น คน สัตว์ สิ่งของ เป็นต้น เป็นสามมิติซึ่งมีมุมมอง 360 องศา

วศกร เพ็ชรช่วย (2557) ที่ได้ให้ความหมายว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นเทคโนโลยีที่ ผสมผสานเอาโลกความจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ มาผสานเข้าด้วยกันผ่าน ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น กล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ เป็น ระบบซึ่งช่วยเพิ่มเติมข้อมูลต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้งานทั้งในรูปแบบของตัวหนังสือ ภาพกราฟิก และ ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถนำเสนอสภาพแวดล้อมจำลองได้ทันที

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า Augmented Reality เป็นเทคโนโลยีที่ ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกันผ่านวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Webcam, Computer, Pattern, Software และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผล โดย ภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง สามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ

สรุปรูป เทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) หมายถึง เทคโนโลยีที่ ผสานเอาโลก ความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ด้วยการเพิ่มภาพผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ แล้วแสดงผลขึ้นงาน ออกมาเป็น 3 มิติ

2. ประเภทของเทคโนโลยีเสมือนจริง

พนิดา ตันศิริ (2553) ได้แบ่งประเภทเทคโนโลยีเสมือนจริง ตามการวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงาน (Marker Based Augmented Reality)
2. การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less Based Augmented Reality) ได้ตามอิสระและหลากหลายมุมมอง

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554) ได้แบ่งประเภทของเทคโนโลยีเสมือนจริง ตามรูปแบบ การแสดงผลภาพ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบแสดงผลโดยการมองผ่านกล้องวิดีโอ คือ ภาพของสภาพแวดล้อมจริง จะถูกบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอ จากนั้นจะถูกนำมารวมกับภาพกราฟิกที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ แล้วนำผลที่ได้ส่งไปยังในอุปกรณ์ Head Mounted Display (HMD) เพื่อแสดงผลให้ผู้สวมมองเห็น

2. แบบแสดงผลโดยจอภาพ มีลักษณะการทำงาน คือ การใช้กล้องวิดีโอทำหน้าที่รับภาพเข้ามา โดยตำแหน่งของกล้องจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างภาพกราฟิกและกราฟิกที่ได้จะนำไปรวมกับภาพจริงที่ได้จากกล้องวิดีโอ และผลที่ได้จะไปแสดงผลยังหน้าจอ

3. แบบแสดงผลโดยการมองผ่านเลนส์ โดยจะมีอุปกรณ์ที่รวมแสงอยู่ด้านหน้าโดยจะทำหน้าที่ลดแสงที่ผู้สวมมองเห็นจากสภาพแวดล้อมจริง และสะท้อนแสงที่ได้มาจากจอภาพกราฟิก เข้าไปยังตาของผู้ใช้ ผลรวมของแสงทั้งสองจะทำให้เกิดภาพเสมือน

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554) ได้แบ่งประเภทของเทคโนโลยีเสมือนจริง ตามรูปแบบการแสดงผลภาพ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ใช้งานผ่านสมาร์ทโฟนที่มีเซ็นเซอร์ในตัว โดยผ่านแอปพลิเคชันทั้งบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android หรืออื่น ๆ

2. ในใช้งานผ่านระบบคอมพิวเตอร์ (Marker หรือ Image-Based) ด้วยการเขียนโค้ดรหัส เพื่อให้เกิดเป็น 3D หรือใช้กล้องเว็บแคมในการอ่านสัญลักษณ์ เพื่อนำเข้าไปประมวลผลและแสดงผ่านทางจอคอมพิวเตอร์

3. AR ที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการสร้าง (Panoramic 360°) สามารถหมุนแสดงได้ตามอิสระหลากหลายมุมมอง

ดังนั้นในผู้วิจัยจึงเลือกประเภทของเทคโนโลยีเสมือนจริง แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามการวิเคราะห์ภาพของ พนิดา ตันศิริ (2553) ดังนี้

1. การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงาน (Marker Based Augmented Reality)

2. การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less Based Augmented Reality) ได้ตามอิสระและหลากหลายมุมมอง

3. องค์ประกอบของเทคโนโลยีเสมือนจริง

ณัฐกานต์ ภาคพรต (2557 อ้างอิงจาก Ronald, 1997) กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ว่าจะต้องประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 สิ่งด้วยกัน คือ มีความเสมือนจริง (Combines Real and Virtual) มีปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง (Interactive in Real Time) และมีลักษณะเป็น 3 มิติ (Registered in 3D)

ทรงพล ชันชัย (2554) กล่าว องค์ประกอบของเทคโนโลยีเสมือนจริง แบบอาศัยมาร์คเกอร์ในการทำงาน ประกอบด้วย

1. มาร์คเกอร์ (Marker) หรือเออาร์โค้ด (AR-Code)
2. ตัวจับสัญญาณภาพ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องโทรศัพท์มือถือหรือตัวจับสัญญาณอื่น ๆ
3. ส่วนแสดงผล เช่น จอภาพครอบศีรษะ จอภาพคอมพิวเตอร์ จอภาพโทรศัพท์มือถือ
4. ซอฟต์แวร์ในส่วนการประมวลผล เพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

ณัฐกานต์ ภาคพรต (2557 อ้างอิงจาก อภิชาติ อนุกุลเวช และภูวดล บัวบางพล, 2556) แบ่งองค์ประกอบของเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการทำงานเป็น 4 ส่วน คือ

1. AR - Maker คือ ส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนให้กับคอมพิวเตอร์ โดยมีหลักการออกแบบว่าต้องเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปภาพไม่ซับซ้อนหรือเล็กเกินไป รูปภายในจะต้องมองในมุมทั้งสี่มุม จะต้องมีความแตกต่างกันหมดทุกมุมมองกระดาศที่ใช้ในการพิมพ์ควรใช้กระดาศไม่มันหรือสะท้อนแสง
2. กล้อง Webcam หรือกล้องแสดงภาพจริง ทำการจับภาพของ AR - Marker เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งบรรจุโปรแกรมที่ทำการวิเคราะห์หา AR - Marker จากนั้นเลือกนำวัตถุเสมือนที่ได้ระบุไว้ตรงกับ AR - Marker
4. หน้าจอแสดงผลทำหน้าที่แสดงผลสิ่งแวดล้อมในเวลาจริงและวัตถุเสมือนที่คอมพิวเตอร์ได้วางไว้ขึ้นมาแสดง

ดังนั้น องค์ประกอบของเทคโนโลยีเสมือนจริง จึงประกอบไปด้วย 1. มาร์คเกอร์ (Marker) หรือเออาร์โค้ด (AR-Code) 2. ตัวจับสัญญาณภาพหรือกล้อง 3. ซอฟต์แวร์ในส่วนการประมวลผล 4. ส่วนแสดงผล

4. หลักการเทคโนโลยีเสมือนจริง

วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรรัชพล พรหมมาศ และอนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ (2552) ได้ให้หลักการเทคโนโลยีประกอบด้วย 3 หลักการดังนี้

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหามาร์คเกอร์ (Marker) จากภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ สืบค้นจากฐานข้อมูลมาร์คเกอร์ (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์ที่ออกแบบไว้ซึ่งเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงสามารถแบ่งประเภทตามส่วนการวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) ได้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

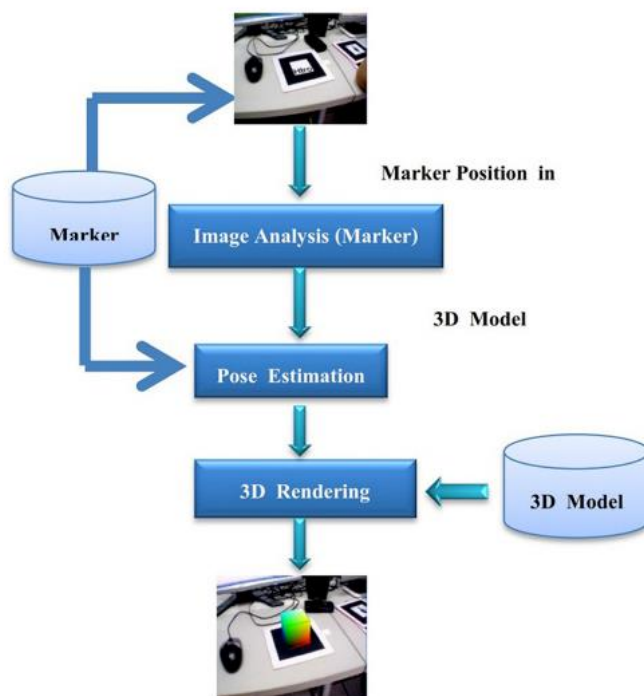
1.1 Marker based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์ (วัตถุสัญลักษณ์) เป็นหลักในการทำงาน

1.2 Marker – tess Based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้คุณลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ (Natural Features) มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าตำแหน่ง 3 มิติ เพื่อนำไปใช้งาน

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของมาร์คเกอร์เมื่อเทียบกับกล้องวิดีโอ ซึ่งจะแสดงในรูปแบบเมตริกซ์ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องและตำแหน่งของมาร์คเกอร์

3. กระบวนการสร้างภาพโมเดล 3 มิติ (3D rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูล (โมเดล 3 มิติ) เข้าไปในภาพที่ได้จากกล้อง ณ ตำแหน่งที่ตรวจพบจากขั้นตอนที่ (1) โดยใช้ค่าตำแหน่งจากขั้นตอนที่ (2)





รูปภาพที่ 2 แผนภาพแสดงการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง
(เกียรติแสงทอง, พรหมมาศ และเฉลิมสกุลกิจม, 2552)

พนิดา ต้นศิริ (2553) กล่าวถึงหลักการทำงานภายในของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 3 อย่าง ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker
2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง
3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

ดุสิต ขาวเหลือง และอภิชาติ อนุกุลเวช (2561) กล่าวว่า หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหามาร์คเกอร์จากภาพที่ได้จากกล้อง แล้วสืบค้นจากฐานข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์ การวิเคราะห์มาร์คเกอร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงาน (Marker-based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ (Marker-less-based AR)

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของมาร์คเกอร์เทียบกับกล้อง

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

ดังนั้น หลักการเทคโนโลยีเสมือนจริงมีกระบวนการ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา การค้นหามาร์คเกอร์จากภาพในกล้อง แล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์ที่ออกแบบไว้ ซึ่งเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแบ่งประเภทตามส่วนการวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงาน (Marker-based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ (Marker-less-based AR)

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณจนได้ภาพเสมือนจริง

5. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในด้านการศึกษา

Adams (2004) กล่าวว่า ประสบการณ์เรียนรู้ที่แท้จริงของมนุษย์นั้นจะเกิดขึ้นจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติมากกว่าที่จะเรียนรู้ด้วยการอ่าน หรือการฟังบรรยาย ซึ่งถ้ามนุษย์ได้มีส่วนร่วมและการมีความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมด้วย จะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นต่อประสบการณ์เรียนรู้ของมนุษย์ ดังนั้นผู้สอนหรือครูในปัจจุบันที่จะต้องสอนแบบใหม่ ๆ เพื่อดึงดูดนักเรียนในกิจกรรมที่มีความหมายกับนักเรียนในหลากหลายระดับ ซึ่งระดับของความต้องการนำเทคโนโลยีเสมือนผลงานโลกจริงมานำใช้นั้นมีอยู่หลากหลายระดับ ครูผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงระดับการรับรู้ของนักเรียนในการสัมผัสรับรู้ ทั้งที่เป็นภาพ เสียงที่แตกต่างกัน ระดับคุณภาพของการแสดงผลของข้อมูลที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็น แสง

เงา ขนาด ความสูง ความลึก หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุสามมิติ และการนำเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่มาเกี่ยวข้อง เพื่อให้ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ โดยอาศัยระบบอัจฉริยะได้ตอบได้อย่างมีความหมาย

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2554) กล่าวว่า บทบาทของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงในด้านการศึกษา พบว่า สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา นักเรียนจะได้สัมผัสกับประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง นักเรียนจะเกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูผู้สอนเสริมสร้างความรู้ของนักเรียนผ่านการสาธิต การสนทนา รูปแบบการเรียนรู้จะปรับเปลี่ยนเป็นโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมากขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการศึกษา ดังนั้น สถานศึกษานักวิชาการศึกษา และครูผู้สอนจะเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญในการนำเทคโนโลยีเสมือนผสมผสานโลกจริงมาใช้เพื่อให้นักเรียนที่ได้รับมีประสบการณ์มากขึ้น โดยการเชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับสถานที่หรือวัตถุที่เฉพาะเจาะจงอย่างเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียนรู้ด้วยภาพสามมิติ โดยการผนวกเข้ากับการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีมือถือ และอุปกรณ์สมัยใหม่ ทำให้การเรียนรู้สามารถจะขยายออกหรือย้ายการเรียนรู้สู่ห้องเรียนมากขึ้น

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) กล่าวว่า การพัฒนาสื่อ AR สามารถบูรณาการเข้ากับสื่ออื่น ๆ ได้ เช่น บูรณาการเข้ากับสื่อแผ่นพับทำให้สื่อแผ่นพับซึ่งเป็นสื่อเก่าเสนอข้อมูลได้เพียงแค่ตัวอักษรและภาพและเป็นสื่อทางเดียว ให้มีศักยภาพของความเป็นสื่อเพิ่มขึ้นกลายเป็นมัลติมีเดีย มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชม ประกอบด้วย ภาพ เสียงและภาพเคลื่อนไหว หรือโมเดล 3 มิติ

ดังนั้น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ร่วมกับกระบวนการสอนระหว่างเรียนจะสามารถทำให้นักเรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่เป็นมิติใหม่ ๆ ให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้ชม ประกอบด้วย ภาพ หรือโมเดล 3 มิติ จะส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. แอปพลิเคชัน Assemblr

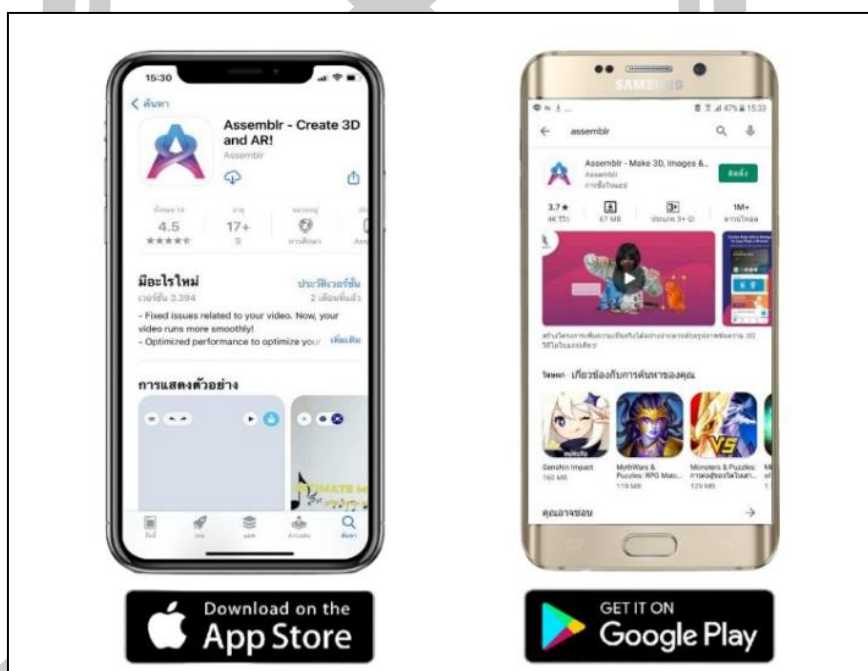
เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่มีคุณภาพในการสร้าง Augmented reality (AR) (รจนา ศรีพัฒนา พันธุ์เลิศ, รุ่งอรุณ บีโซ่ และ ไหมทองวิระภรณ์, 2021) ที่เป็นแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือช่วยพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบเสมือนจริง (AR) สามารถสร้างภาพประกอบของตัวเอง และอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ในรูปแบบของแบบจำลอง 3 มิติแบบปฏิสัมพันธ์ และยังมีสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปที่มีอยู่ในแอปพลิเคชัน ที่ใช้งานและเข้าถึงได้ง่าย (Kong Nualsaard, 2021)

6.1 หลักการ Assemblr

Assemblr จะมีกระบวนการสร้าง Augmented Reality ออกมา 3 มิติ และข้อความที่นำเข้ามาเพื่อวิเคราะห์ 2 แบบ คือ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงาน (Marker-based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ (Marker-less-based AR) จากนั้นจะคำนวณตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของ Marker และประมวลผลออกมาเป็นภาพ 3 มิติ (Ayu, Suryani, Muhammad and Maria, 2022)

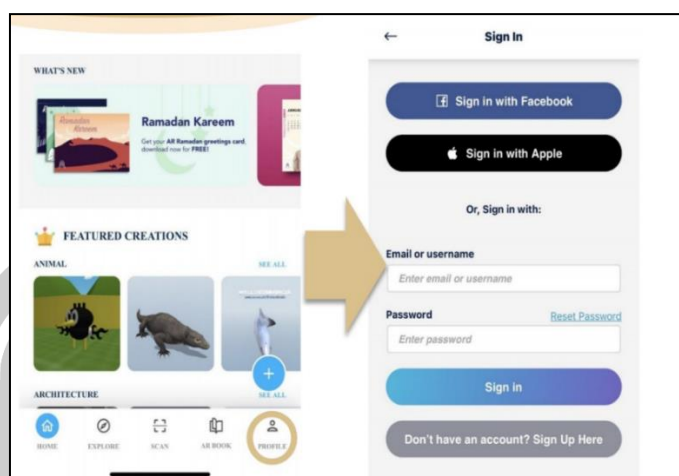
6.2 วิธีการใช้งานดังต่อไปนี้

1. การดาวน์โหลดและการสมัครใช้งาน



รูปภาพที่ 3 การดาวน์โหลดและการสมัคร Essemblr
(Kong Nualsaard, 2021)

1.1 นักเรียนสามารถดาวน์โหลด App Assemblr ได้ทั้งระบบ IOS และ Android โดยสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ IOS สามารถดาวน์โหลดได้ที่ App Store และ Android on Google Play

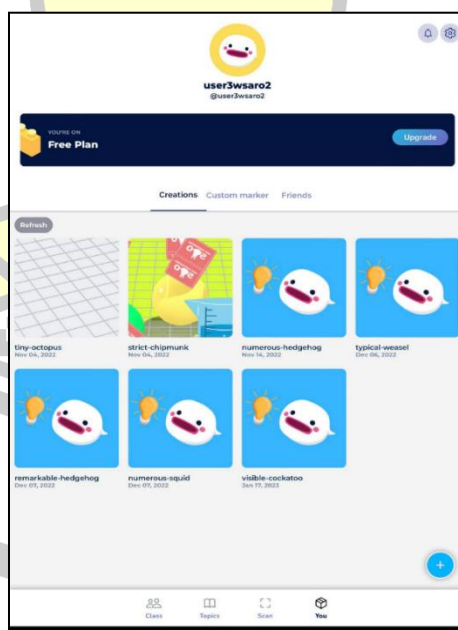


รูปภาพที่ 4 ลงทะเบียนเพื่อใช้งาน Essemlr

(Kong Nualsaard, 2021)

1.2 นักเรียนสามารถลงทะเบียนเพื่อใช้งาน โดยเลือก “Profile” เพื่อทำการลงทะเบียน โดยนักเรียนสามารถ ลงทะเบียนได้กับ Facebook, Apple, E-mail

2. Interface ของ Assemblr

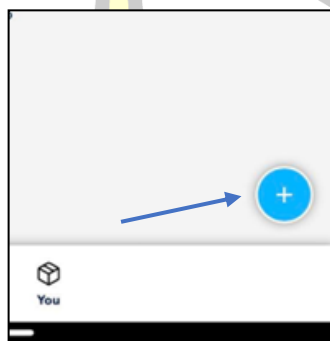


รูปภาพที่ 5 Interface ของ Assemblr

(Kong Nualsaard, 2021)

3. การสร้าง Augment Reality

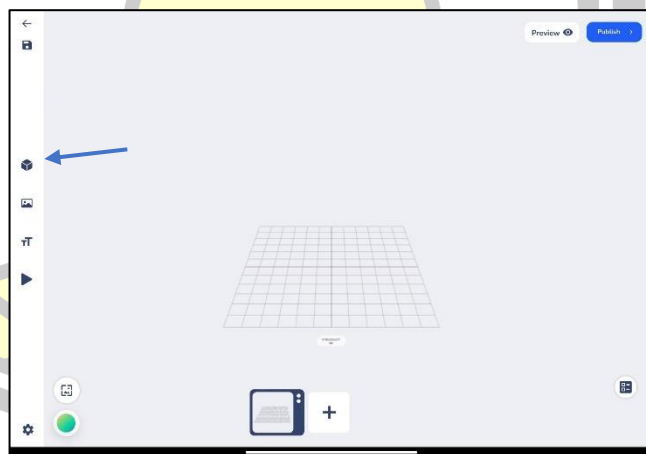
3.1 นักเรียนสามารถสร้าง AR ได้โดย การกด รูป เครื่องหมาย + โดยไปที่ หน้าหลัก หรือหน้า Profile



รูปภาพที่ 6 สร้าง Augment Reality

(Kong Nualsaard, 2021)

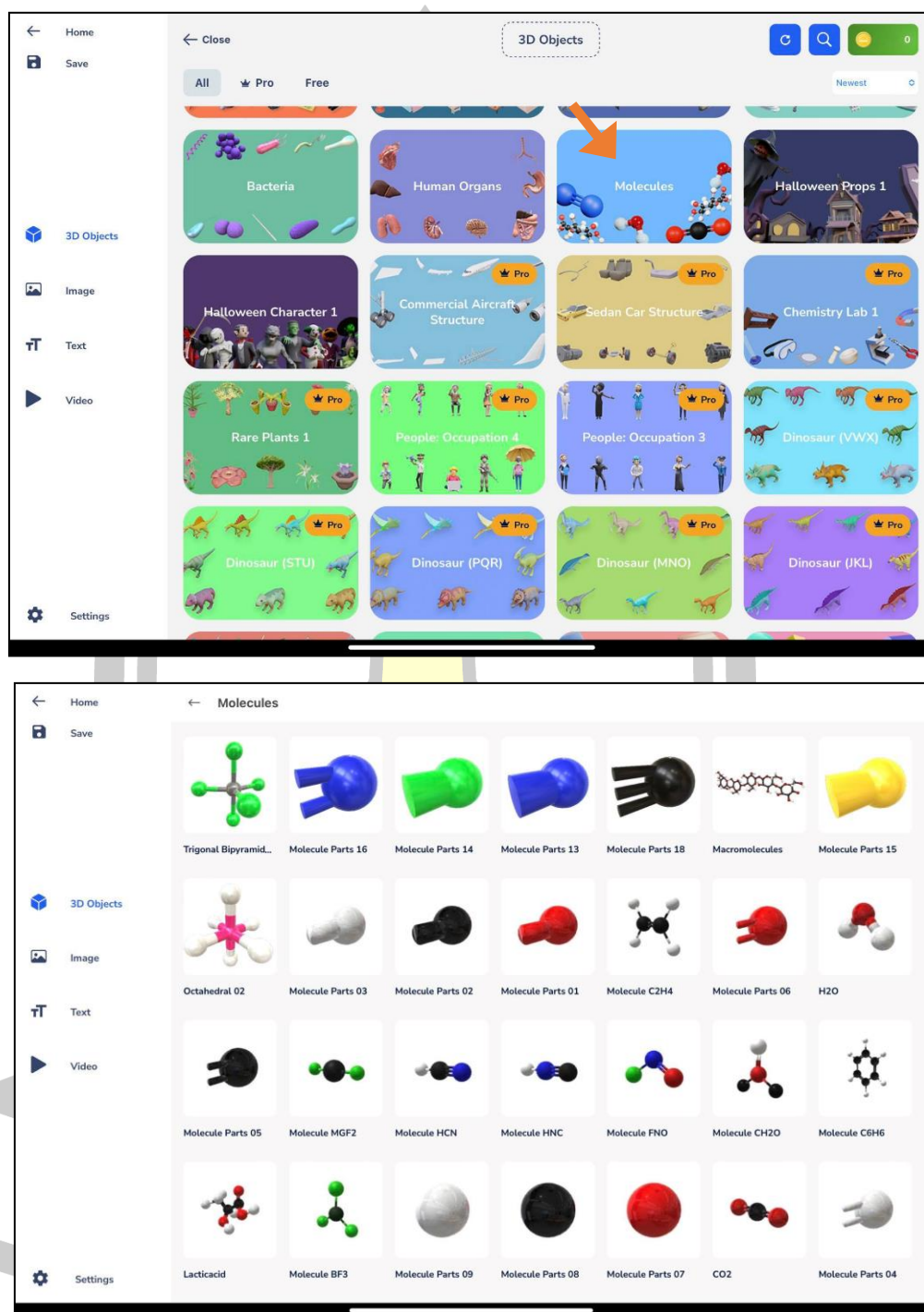
3.2 มีโหมดให้นักเรียนเลือกทำแบบจำลอง 3 มิติ ด้วยการกดไปที่โหมด 3D objects



รูปภาพที่ 7 เลือกโหมด 3D objects

(Kong Nualsaard, 2021)

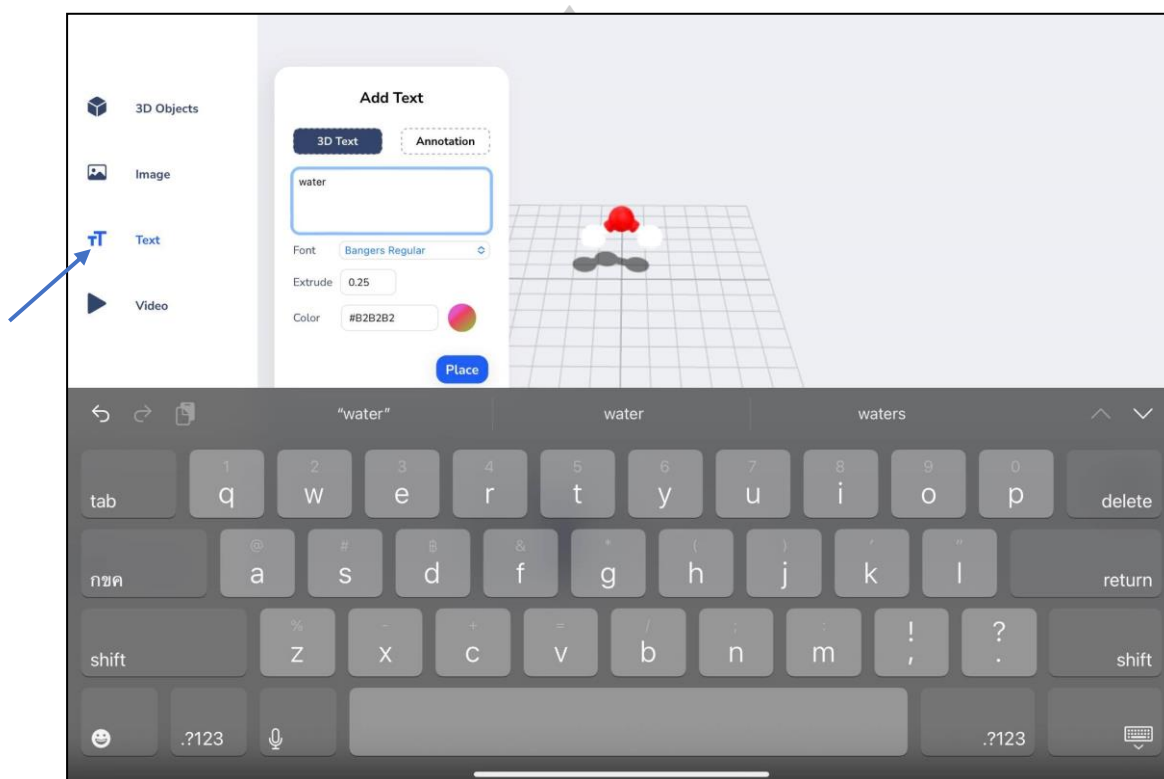
3.3 วัตถุ 3D นักเรียนสามารถเพิ่ม ได้ดังนี้



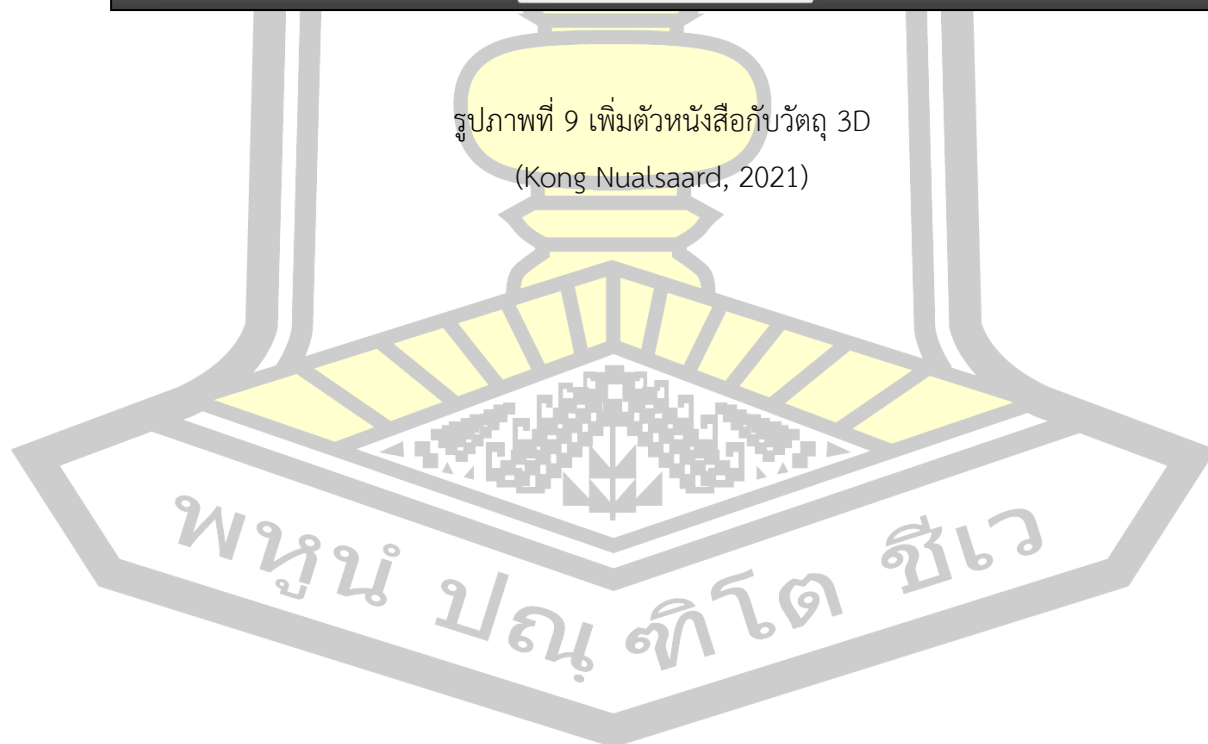
รูปภาพที่ 8 วัตถุ 3D นักเรียนสามารถเพิ่ม ได้ดังนี้

(Kong Nualsaard, 2021)

3.4 การเพิ่มตัวหนังสือกับชิ้นงานทำได้ เลือก Text

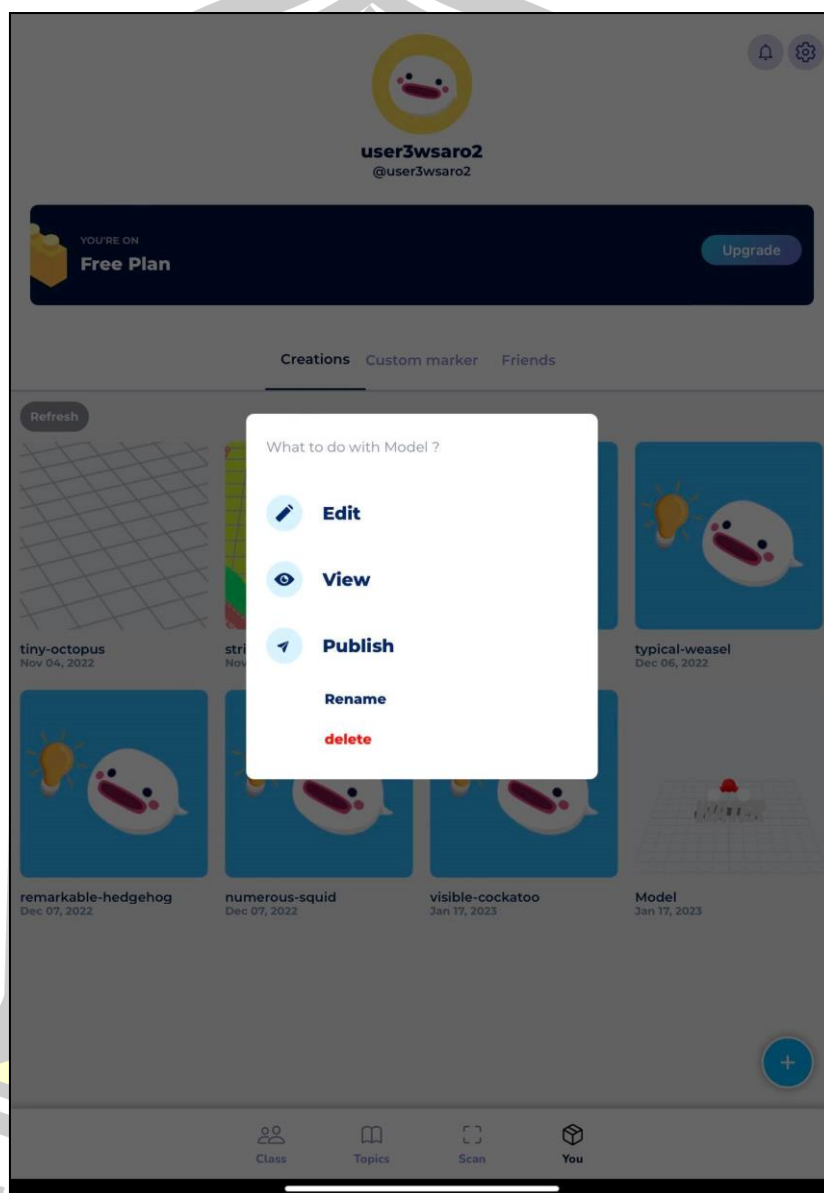


รูปภาพที่ 9 เพิ่มตัวหนังสือกับวัตถุ 3D
(Kong Nualsaard, 2021)



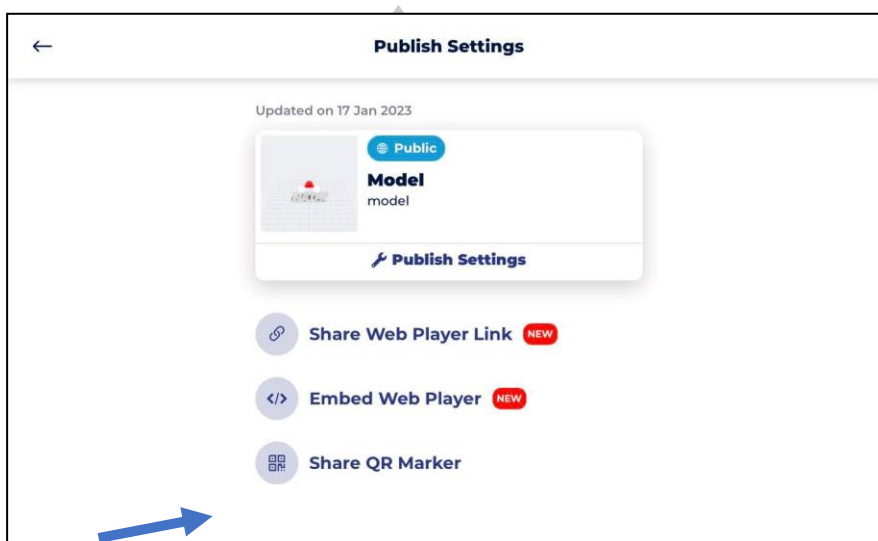
3.5 การนำเสนอผลงาน

3.5.1 เลือกผลงานของตัวเอง แล้วกด Publish



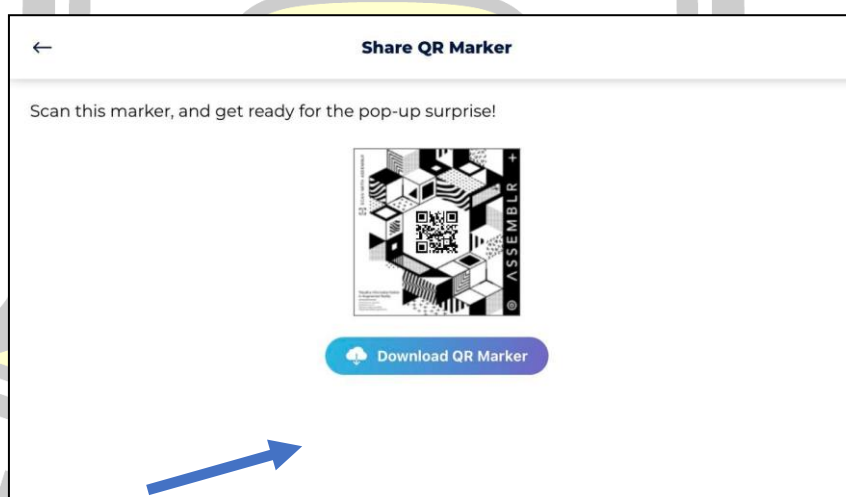
รูปภาพที่ 10 กด Publish
(Kong Nualsaard, 2021)

3.5.2 เลือกไปที่ Share QR Marker



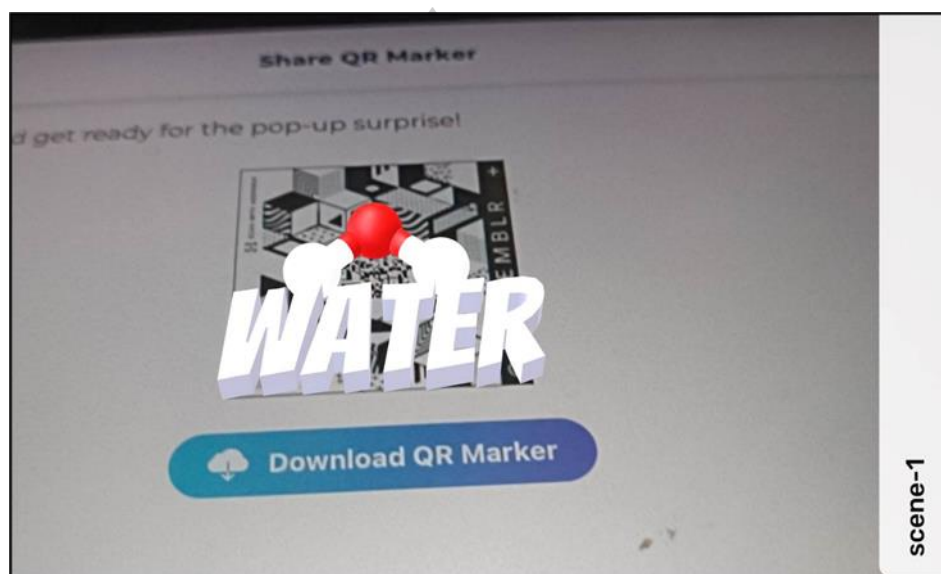
รูปภาพที่ 11 เลือก Share QR Marker
(Kong Nualsaard, 2021)

3.5.3 เลือกดาวน์โหลดผลงาน



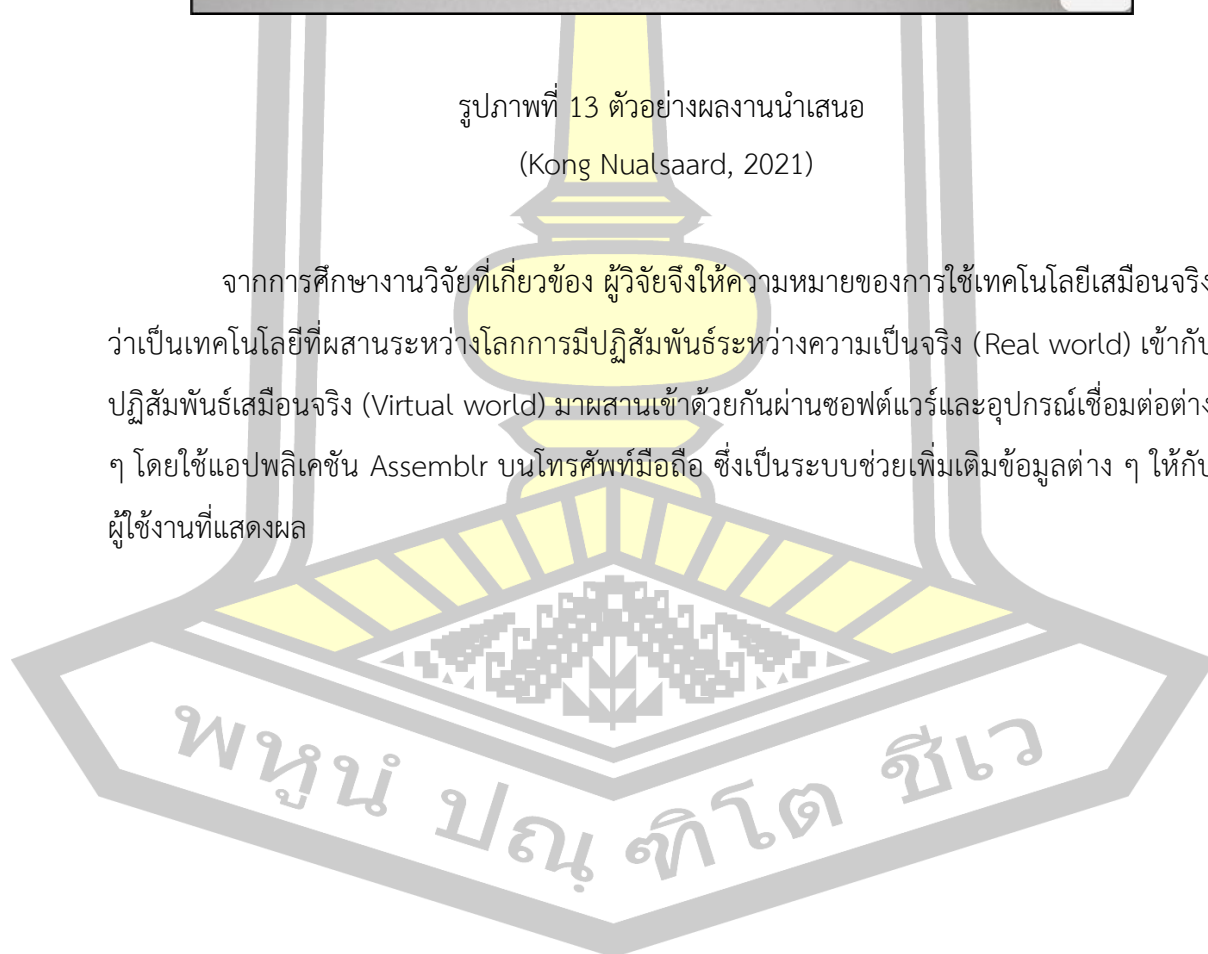
รูปภาพที่ 12 เลือก Download QR Marker
(Kong Nualsaard, 2021)

3.5.4 ตัวอย่างผลงานที่น่าเสนอ



รูปภาพที่ 13 ตัวอย่างผลงานนำเสนอ
(Kong Nualsaard, 2021)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงว่าเป็นเทคโนโลยีที่ผสานระหว่างโลกการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริง (Real world) เข้ากับปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง (Virtual world) มาผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ โดยใช้แอปพลิเคชัน Assemblr บนโทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นระบบช่วยเพิ่มเติมข้อมูลต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้งานที่แสดงผล



การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย หมายถึง วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ให้มีประสิทธิภาพทางความคิดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

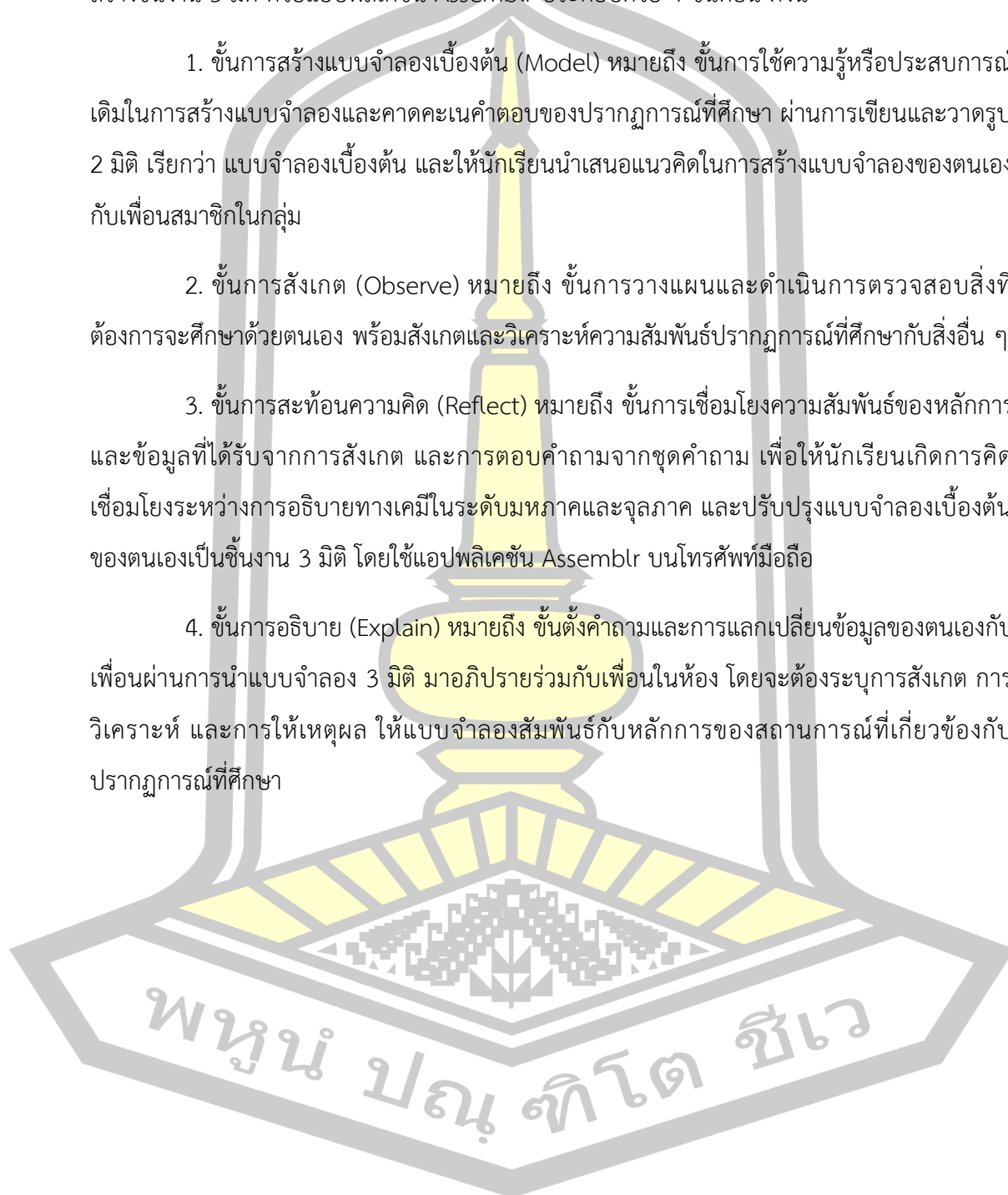
1. ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model) หมายถึง ขั้นการใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการสร้างแบบจำลองและคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ผ่านการเขียนและวาดรูป 2 มิติ เรียกว่า แบบจำลองเบื้องต้น และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม
2. ขั้นการสังเกต (Observe) หมายถึง ขั้นการวางแผนและดำเนินการตรวจสอบสิ่งที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง พร้อมสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ที่ศึกษากับสิ่งอื่น ๆ
3. ขั้นการสะท้อนความคิด (Reflect) หมายถึง ขั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการและข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต และการตอบคำถามจากชุดคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายทางเคมีในระดับมหภาคและจุลภาค และปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเอง
4. ขั้นการอธิบาย (Explain) หมายถึง ขั้นตั้งคำถามและการแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนผ่านการนำแบบจำลองที่แก้ไขมาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในห้อง โดยจะต้องระบุการสังเกต การวิเคราะห์ และการให้เหตุผล ให้แบบจำลองสัมพันธ์กับหลักการของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

เทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ด้วยการเพิ่มภาพผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ แล้วแสดงผลชิ้นงานออกมาเป็น 3 มิติ โดยงานวิจัยนี้จะให้แอปพลิเคชัน Assemblr ผ่านการสร้างผลงานโทรศัพท์มือถือ

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนแบบจำลองทางความคิดให้

สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ให้มีประสิทธิภาพทางความคิดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง ผ่านการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยแอปพลิเคชัน Assemblr ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model) หมายถึง ขั้นการใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการสร้างแบบจำลองและคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ผ่านการเขียนและวาดรูป 2 มิติ เรียกว่า แบบจำลองเบื้องต้น และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม
2. ขั้นการสังเกต (Observe) หมายถึง ขั้นการวางแผนและดำเนินการตรวจสอบสิ่งที่ต้องการจะศึกษาด้วยตนเอง พร้อมสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ที่ศึกษากับสิ่งอื่น ๆ
3. ขั้นการสะท้อนความคิด (Reflect) หมายถึง ขั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักการและข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต และการตอบคำถามจากชุดคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายทางเคมีในระดับมหภาคและจุลภาค และปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นของตนเองเป็นชิ้นงาน 3 มิติ โดยใช้แอปพลิเคชัน Assemblr บนโทรศัพท์มือถือ
4. ขั้นการอธิบาย (Explain) หมายถึง ขั้นตั้งคำถามและการแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนผ่านการนำแบบจำลอง 3 มิติ มาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในห้อง โดยจะต้องระบุการสังเกต การวิเคราะห์ และการให้เหตุผล ให้แบบจำลองสัมพันธ์กับหลักการของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา



ตารางที่ 5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ขั้นตอน	กิจกรรม	การดำเนินกิจกรรม	
		บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
การสร้าง แบบจำลอง	1. แบ่งกลุ่มให้นักเรียนสร้างแบบจำลองจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด	1. นักเรียนต้องแสดงความสนใจต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. นักเรียนต้องตอบคำถามโดยอาศัยความรู้เดิม 3. นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้น 2 มิติจากการวาดภาพ 4. นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเองต่อกลุ่ม	1. ต้องกำหนดสถานการณ์ที่ต้องการให้ศึกษา 2. กระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองแต่ละกลุ่ม
สังเกต	1. นักเรียนออกแบบวางแผนดำเนินการสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล	1. นักเรียนจะต้องวางแผนการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบ 2. นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการสำรวจ	1. กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการสำรวจตรวจสอบ 2. กำหนดประเด็นใน

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอน	กิจกรรม	การดำเนินกิจกรรม	
		บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
		ตรวจสอบ 3. นักเรียนร่วมกัน อภิปรายภายในกลุ่ม ตนเอง	การนำเสนอการสำรวจ ตรวจสอบ
สะท้อน ความคิด	1. นักเรียนนำเสนอผลการ สังเกต สรุปผล และแก้ไข แบบจำลองโดยใช้ Assemblr ช่วยในการสร้างแบบจำลอง	1. นักเรียนนำเสนอผล การสำรวจตรวจสอบ แต่ละกลุ่ม โดยอาศัย หลักฐานความรู้ที่ได้ให้ เกิดความสัมพันธ์กับ แบบจำลองเบื้องต้น 2. นักเรียนต้องตอบ คำถามแสดงความรู้ และประสบการณ์ที่ได้ จากข้อมูล 3. นักเรียนต้องร่วมกัน อภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อแก้ไขแบบจำลอง ให้ถูกต้อง ผ่านการใช้ แอปพลิเคชัน Assemblr	1. ตั้งคำถามเพื่อ ตรวจสอบความรู้และ ประสบการณ์ที่ได้จาก ข้อมูล 2. กระตุ้นให้นักเรียน แก้ไขแบบจำลองให้ สอดคล้องกับหลักฐาน
อธิบาย	1. นักเรียนนำเสนอแบบจำลอง พร้อมอธิบายโมทัศน์เชื่อมโยง กับข้อมูลหลักฐาน	1. นำเสนอและ อภิปรายแบบจำลอง ใหม่ในชั้นเรียน	1. ตั้งคำถามเพื่อ กระตุ้นให้นักเรียน อภิปรายแบบจำลองได้ อย่างละเอียด

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ มีความหมายตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Concept ซึ่งมีความหมายกับคำว่า ความคิดรวบยอด แนวคิด และมโนคติ โดยนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ ซึ่งมีความหมายดังนี้

Hurd (1970) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ เป็นความรู้ซึ่งประกอบไปด้วยข้อเท็จจริง ที่มีความหมายและมีแนวคิดที่แตกต่างจากแนวคิดกลุ่มอื่น ๆ

De Cecco and Crawford (1974) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นการจัดกลุ่มสิ่งเร้า ที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเหล่านั้นได้แก่ วัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ และบุคคล

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ เป็นความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษา ที่ได้จากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549) ให้ความหมายของมโนทัศน์ หมายความว่า วัตถุ คน หรือแนวคิดที่มีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกัน ในหมวดหมู่หนึ่งแต่ละสิ่งในหมวดหมู่นั้นอาจมีความแตกต่าง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550) ให้ความหมายของมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอด เป็นการจัดลักษณะที่เหมือน ๆ กันของประสบการณ์หรือสิ่งของด้วยกันอย่างระบบ ทำให้เกิดเป็นหน่วยของความคิด หรือประเภทของประสบการณ์ โดยเรื่องใดเรื่องหนึ่งภายในช่วงระยะเวลาหนึ่งและความคิดรวบยอดอาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้น

สรุปความหมายของมโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เป็นข้อเท็จจริงกับสิ่งที่ต้องการศึกษา ที่ได้จากการสังเกต ซึ่งความคิดรวบยอดอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้น

2. ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Jacobson and Bergman (1999) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยเด็กจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติการทดลอง และประสบการณ์วิทยาศาสตร์อื่น ๆ ให้เกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

ภพ เลหาไฟบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดรวบยอดหรือความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่ต้องการศึกษา แต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมและวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้น ๆ

พันธุ์ ทองชุมนุญ (2547) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ของพลังงาน สสาร และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในทางธรรมชาติ

เลิศนารี รัตนกำเนิด และ ชลาธิป สมาธิโต (2552) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาที่เกิดจากการสังเกต ซึ่งเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม

ดังนั้น มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ศึกษา ที่พัฒนาผ่านวิธีการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดเป็นความคิดที่ถูกต้องในข้อเท็จจริง โดยเชื่อมโยงด้วยข้อมูลหรือหลักฐาน

3. การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Ausubel (1968) ได้สรุปกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ และแยกแยะความแตกต่างของกระบวนการที่ต้องการศึกษา
2. ตั้งสมมติฐาน โดยพิจารณาลักษณะร่วมของส่วนย่อยในการแยกแยะนั้น
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะบางประการรวมกันได้
5. หาลักษณะจำเพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับมโนทัศน์ของตน
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน
7. สรุปครอบคลุมลักษณะจำเพาะของมโนทัศน์ใหม่ให้ครอบคลุมกับส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม
8. หาสัญลักษณ์ทางภาษามาแทนมโนทัศน์ใหม่

Osborne and Wittrock (1993) อธิบายส่วนประกอบของบทเรียนที่ควรออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ เช่น

1. การเตรียมบทเรียนของครูที่นำไปสู่ความเข้าใจความคิดของนักวิทยาศาสตร์และความคิดของนักเรียน

2. นักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยกับบริบทของความคิดต่าง ๆ จากประสบการณ์ที่ได้รับจากปรากฏการณ์ที่นำมาอภิปรายร่วมกัน

3. นักเรียนสามารถทำให้ความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่นำมาอภิปรายชัดเจนขึ้น

4. นักเรียนนำเสนอความคิดของตนเองเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการอภิปรายเกี่ยวกับความคิด และความเข้าใจที่แตกต่างกัน

5. นักเรียนและครูควรรู้คุณค่าของความคิดเห็นของคนอื่น ๆ เพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน ความคิดของนักเรียนทุกคนมีคุณค่าต่อประสบการณ์การเรียนรู้ภายในชั้นเรียน

6. การเปลี่ยนสภาพของความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อนักเรียนจะได้เห็นว่าความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible) มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้บรรลุผลประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruit full) ปกติแล้ววิธีการนี้ทำได้โดยการเปรียบเทียบความคิดของนักเรียนกับความคิดที่ฟังปรารถนา

7. การต่อเติมความคิดใหม่ เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบตัวอย่างของปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงกันหรือปรากฏการณ์ใหม่ เพื่อช่วยให้ตัวเองให้รู้คุณค่าว่าความคิดใหม่เป็นที่เข้าใจได้มีเหตุผลและมีประโยชน์ และสามารถเชื่อมโยงได้กับความคิดอื่น ๆ ที่อยู่ในการจำระยะยาว

ดังนั้น การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จึงสามารถสรุปได้ว่า ครูจะต้องเป็นผู้เตรียมบทเรียนให้เกิดการนำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้เกิดการออกแบบสังเกต ทดลองและตรวจสอบความรู้และความคิดนักเรียนให้เกิดความเชื่อมโยงจากความรู้เดิมไปสู่ข้อมูลใหม่ที่ต้องการศึกษา

4. การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Anderson and Faust (1973) ได้เสนอแนวทางในการวัดมโนทัศน์ ดังนี้

1. สามารถอธิบายคำนิยามของมโนทัศน์ได้
2. สามารถแยกแยะว่าคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ได้
3. ควรมีการเขียนอธิบายลักษณะของคำถามที่ใช้ตรวจสอบมโนทัศน์ที่เรียนได้

Nitko and Brookhart (2007) เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. ให้คำนิยามที่ถูกต้องของมโนทัศน์ (Correct definition) ซึ่งอาจวัดโดยทำแบบทดสอบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย
2. สามารถยกตัวอย่างมโนทัศน์ของตนเองได้
3. สามารถจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่างและสิ่งใดที่ไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์
4. นักเรียนสามารถวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์ เพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้มีการสร้างข้อสอบเพื่อใช้วัดความรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เริ่มต้นจากการทำตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา เพื่อเป็นแนวทางการสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมของนักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คำถามหรือปัญหา และคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกทั้งที่เป็นคำตอบถูกและผิด ข้อสอบที่นิยมใช้ คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถาม 2 ตอน

ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เป็นคำถามที่มีตัวเลือก 2 ข้อ หรือมากกว่า

ตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนบอกเหตุผลให้การเลือกตอบตอนที่ 1

สำหรับการให้คะแนน การทำข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

1. ให้คะแนนตอนที่ 1 เมื่อเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง
2. ให้คะแนนตอนที่ 2 เมื่อบอกเหตุผลได้สอดคล้องกับการเลือกตอบตอนที่ 1

ซึ่งการทดสอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน ใช้ประเมินผลความสามารถด้านความคิดอย่างมีเหตุผลได้ดี ข้อสอบลักษณะนี้ใช้วินิจฉัยนักเรียนครอบคลุมความรู้ ความคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้ดี ดังตัวอย่างนี้

1. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของพอลิเมอร์

- ก. สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่
- ข. สารประกอบที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากที่เหมือนกัน
- ค. สารประกอบที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากที่แตกต่างกัน
- ง. สารประกอบที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไอออนิก

2. จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

- 1. เหตุผลในการตอบข้อ ก. คือ.....
- 2. เหตุผลในการตอบข้อ ข. คือ.....
- 3. เหตุผลในการตอบข้อ ค. คือ.....
- 4. เหตุผลในการตอบข้อ ง. คือ.....

สรุป การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

- 1. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย
- 2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน

ดังนั้น ในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงใช้ลักษณะแบบวัดเป็นแบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน โดยให้ตอนที่ 1 เป็นคำถามเนื้อหาจำนวน 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลให้สอดคล้องกับการเลือกตอบตอนที่ 1

5. ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน ไว้ดังนี้

Marek, Eubanks and Gallaher (1990) ได้แบ่งกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์และเกณฑ์การให้คะแนนไว้ดังนี้

- 1. มโนทัศน์ถูกต้อง (Sound understanding) หมายถึง คำตอบถูกต้องและอธิบายคำตอบที่แสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ให้คะแนน 3 คะแนน
- 2. มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) หมายถึง คำตอบถูกต้องและอธิบายคำตอบที่แสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ ให้คะแนน 2 คะแนน

3. มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Limited understanding) หมายถึง คำตอบถูกต้องและอธิบายคำตอบที่แสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ให้คะแนน 1 คะแนน

4. มโนทัศน์ไม่ถูกต้อง (Misunderstanding) หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายส่วนของคำตอบที่แสดงถึงความไม่เข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ ให้คะแนน 0 คะแนน

Haider (1997) ได้สร้างแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นแบบปรนัยเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาและส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลในการตอบคำถามในส่วนที่ 1 สำหรับเกณฑ์ในการแบ่งความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะแบ่งกลุ่มของความเข้าใจมโนทัศน์ออกเป็น 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 6

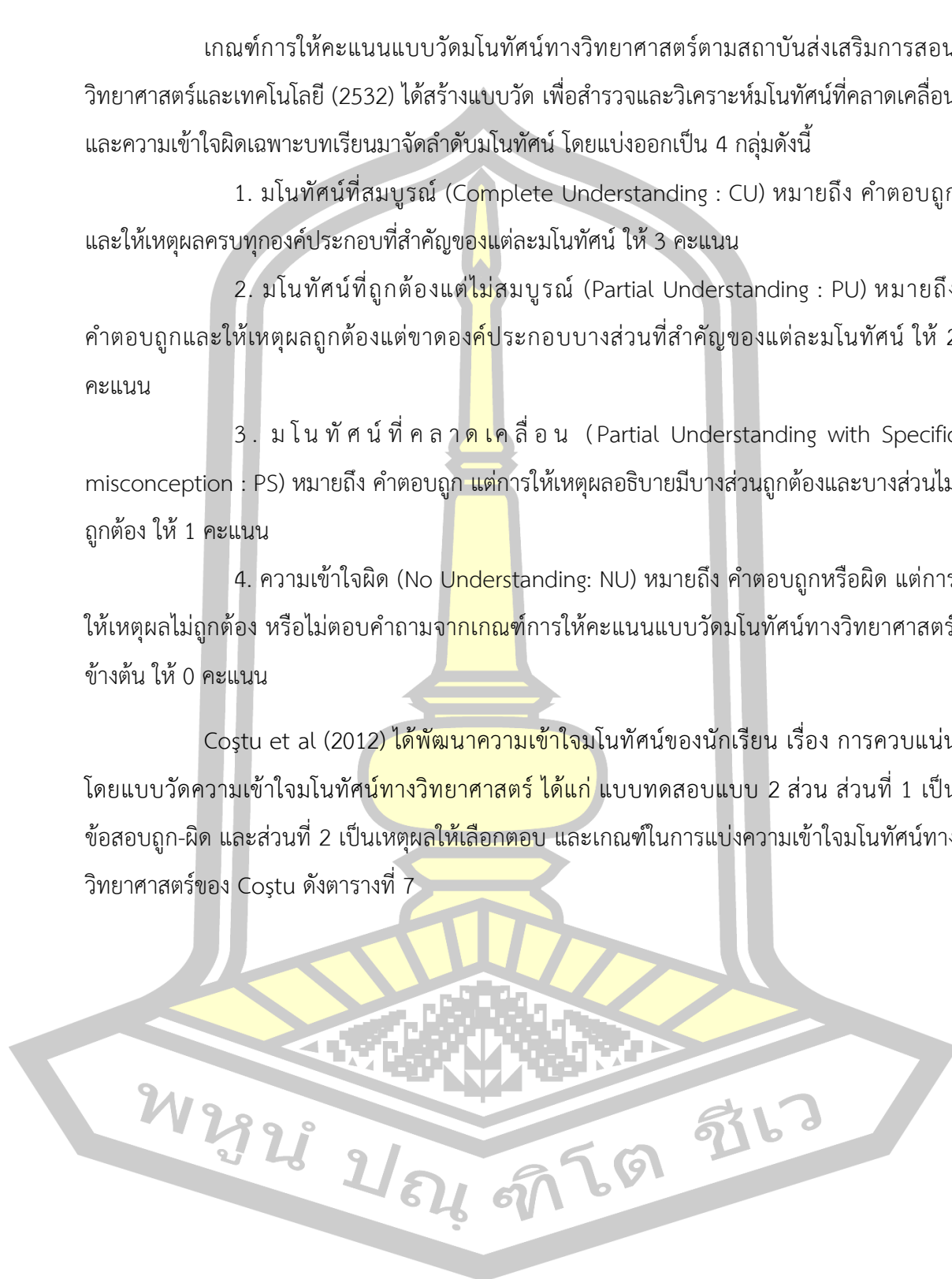
ตารางที่ 6 เกณฑ์ในการแบ่งความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของ Haider

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน	ส่วนที่ 1 (ตัวเลือก)	ส่วนที่ 2 (เหตุผล)
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (Sound understanding: SU) ให้คะแนน 4 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) ให้คะแนน 3 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน
	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (Partial understanding with specific misconception: PS) ให้คะแนน 2 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน
	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) ให้คะแนน 1 คะแนน	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน
เข้าใจผิด (No understanding: NU) ให้คะแนน 0 คะแนน	ไม่ถูกต้อง	ไม่เขียนแสดงเหตุผล

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532) ได้สร้างแบบวัด เพื่อสำรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจผิดเฉพาะบทเรียนมาจัดลำดับมโนทัศน์ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน
2. มโนทัศน์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Specific misconception : PS) หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
4. ความเข้าใจผิด (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถามจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ข้างต้น ให้ 0 คะแนน

Coştu et al (2012) ได้พัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง การควบแน่น โดยแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบทดสอบแบบ 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อสอบถูก-ผิด และส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลให้เลือกตอบ และเกณฑ์ในการแบ่งความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของ Coştu ดังตารางที่ 7



ตารางที่ 7 เกณฑ์ในการแบ่งความเข้าใจโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ของ Coştu

ระดับโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน	ส่วนที่ 1 (ตัวเลือก)	ส่วนที่ 2 (เหตุผล)
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (Sound understanding: SU) ให้ คะแนน 3 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้อง สมบูรณ์
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่ สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) ให้คะแนน 2 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้อง บางส่วน
	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้อง สมบูรณ์
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) ให้ คะแนน 1 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน
เข้าใจผิด (No understanding: NU) ให้คะแนน 0 คะแนน	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน
	ไม่ถูกต้อง	ไม่เขียนแสดงเหตุผล

ดังนั้น ในการวัดระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์งานวิจัยนี้จึงเลือกเกณฑ์การให้คะแนนแบบ
วัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ของ Haider (1997) ที่แบ่งระดับมโนทัศน์และเกณฑ์การให้คะแนนเป็น
5 กลุ่มดังตารางที่ 6



ตารางที่ 6 เกณฑ์ในการแบ่งความเข้าใจโน้ตศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ของ Haider

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน	ส่วนที่ 1 (ตัวเลือก)	ส่วนที่ 2 (เหตุผล)
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (Sound understanding: SU) ให้คะแนน 4 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่ สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) ให้ คะแนน 3 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน
	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (Partial understanding with specific misconception: PS) ให้คะแนน 2 คะแนน	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน
	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) ให้คะแนน 1 คะแนน	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน
เข้าใจผิด (No understanding: NU) ให้ คะแนน 0 คะแนน	ไม่ถูกต้อง	ไม่เขียนแสดงเหตุผล

วิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การกิจของผู้ปฏิบัติงานต้องคิดแก้ปัญหา ปรับปรุงคุณภาพงาน ควบคู่ไปกับการลงมือทำ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการทำงานที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2561) โดยมีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้มากมาย ดังนี้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2561 อ้างอิงจาก Lewis, 1946) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการค้นคว้าหาวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตัวของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) การปฏิบัติการ (Act) และการสังเกต (Observe)

ประสาธ เนืองเฉลิม (2561 อ้างอิงจาก Ebbutt, 1983) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการใช่วิธีการเชิงระบบมาปรับปรุงคุณภาพของการทำงาน โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของกลุ่มของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้ผลการปฏิบัติงานมีแนวโน้มในทางที่ดีขึ้น มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้ได้

บุญชม ศรีสะอาด (2543) ได้ให้ความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในระหว่างการทำปฏิบัติงานของตน เป็นการแก้ไขปัญหาเฉพาะจุด โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้

สุวิมล ว่องวาณิช (2552) ได้ให้ความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และนำผลที่ได้มาปรับปรุงหรือพัฒนาสิ่งนั้น ๆ ให้ดียิ่งขึ้นไป

สรุปความหมายของงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่พัฒนาเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาด้วยตัวของผู้ปฏิบัติงานเอง โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผลการปฏิบัติงานมีแนวโน้มในทางที่ดีขึ้น น่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้ได้จริง

2. แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ประสาธ เนืองเฉลิม (2561 อ้างอิงจาก Lewis, 1946) ได้กำหนดขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการออกเป็น 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย การวางแผน (Planning) การค้นหาความจริง (Fact-finding) การดำเนินการให้บรรลุผล (Execution) และการวิเคราะห์ (Analysis) โดยผู้วิจัยจะต้องอาศัยกระบวนการการทำงานกลุ่มในทุกขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. กำหนดแนวคิด (Idea) การหาแนวคิดอาจมาจากความต้องการที่จะปรับปรุงหรือแก้ไขการปฏิบัติงาน โดยพิจารณาส่วนที่ต้องการที่จะแก้ไข หว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง ซึ่งอาจจะได้มาจากการสำรวจเบื้องต้น และผลที่ได้จากการสำรวจจะถูกนำไปวางแผนการจัดการในการทำงานต่อไป

2. การวางแผนทั่วไป (General plan) กลุ่มผู้วิจัยทำการกำหนดจุดที่จะทำการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไข แล้วจะใช่วิธีใดในการแก้ไขปรับปรุงซึ่งจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ และต้องเป็นที่สนใจร่วมกัน

3. กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติ (Action steps) เป็นขั้นตอนที่กลุ่มผู้วิจัยจะต้องวิเคราะห์และกำหนดแผนออกเป็นย่อย ๆ ก่อน โดยเริ่มจากการเปลี่ยนวิธี ซึ่งจะต้องดูจากผลที่คาดว่าจะได้รับก่อนการลงมือปฏิบัติ แล้ววางแผนตาม จากการประเมินว่าวิธีดังกล่าวจะสามารถปฏิบัติได้จริงมาก

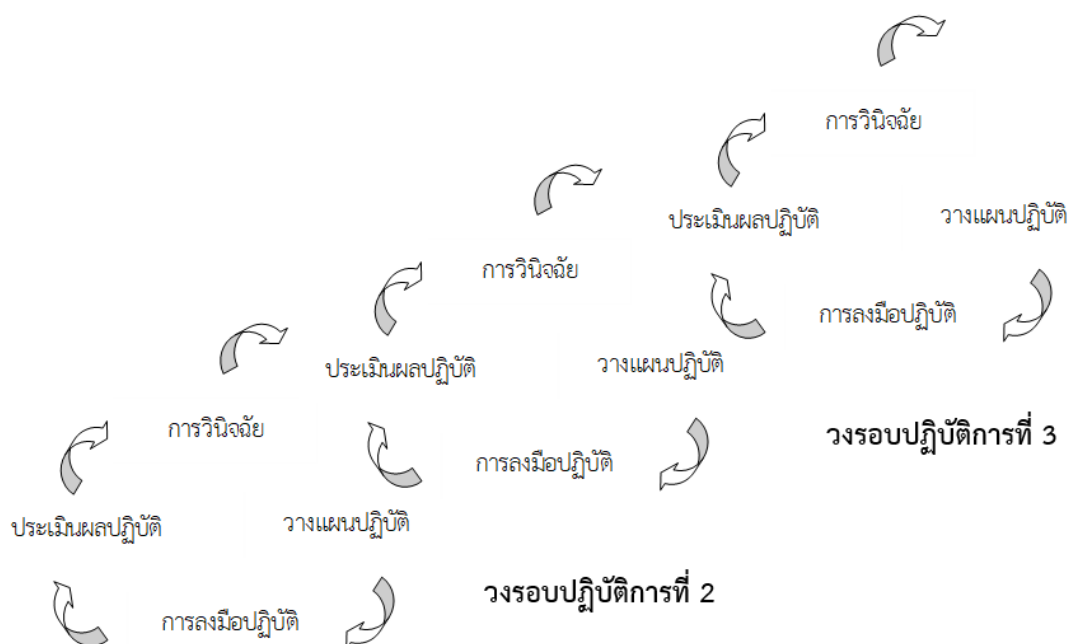
น้อยเพียงใด แล้วจะต้องมีการสะท้อนผลอย่างชัดเจน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนในครั้งต่อไป

ประสาธ เนืองเฉลิม (2561 อ้างอิงจาก Kemmis and McTaggart, 1988) ได้เสนอขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการให้ส่งเสริมการมีส่วนร่วมมากขึ้น โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพัฒนาแผนการปฏิบัติงาน เพื่อการแก้ไขสิ่งที่ปัญหา (Plan) เป็นขั้นที่มีการวางแผน มีกรอบแนวทางในการดำเนินงานที่ชัดเจน แต่มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่จะส่งผลต่อแผนงานที่กำหนดไว้
2. การปฏิบัติตามแผน (act) เป็นการดำเนินงานตามแผนที่ได้กำหนดไว้อย่างละเอียดรอบคอบ
3. การสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) เป็นการบันทึกข้อมูลหลักฐานซึ่งเป็นผลจากขั้นการปฏิบัติงาน โดยอาจใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมได้ขั้นนี้จะนำไปสู่การสะท้อนผล และปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น
4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการทบทวนการปฏิบัติงานจากข้อมูลที่ได้จากการบันทึก โดยสังเกตว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในรอบถัดไป

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558 อ้างอิงจาก Coghlan and Brannick, 2001) ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการ และมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวินิจฉัย (diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (planning) 3) การลงมือปฏิบัติการ (taking action) 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (evaluation action) ซึ่งกระบวนการวิจัยเป็นไปตามรูปภาพที่ 14

พูน ปณ จิตโต ชีเว



วงรอบปฏิบัติการที่ 1

รูปภาพที่ 14 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan and Brannick (วีระยุทธ์, 2558)

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นจากการวินิจฉัยปัญหาที่จะต้องการแก้ไข รวมทั้งการระบุนกรอบแนวคิดทฤษฎีและหลักการพื้นฐานสำหรับใช้รองรับการปฏิบัติงานอย่างรอบคอบ จากนั้นจึงทำการวางแผนปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรกและความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน แล้วจึงลงมือปฏิบัติการตามแผนการที่วางไว้ทีละขั้นตอน เสร็จแล้วจึงทำการประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจเพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผนสารสนเทศที่ได้จากการประเมินผลในขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงรอบต่อไป

ประวิต เอรารธรรม (2545) ได้กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีแหล่งที่มาอย่างน้อย 2 แหล่ง คือ

1. เกิดจากการเสนอแนวคิดของ Collier ต่อคณะกรรมการวิชาการของ Indian Affairs ระหว่างปี ค.ศ. 1933-1945 ว่าความสำคัญของงานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนในสังคม

นอกจากจะต้องเป็นสิ่งที่มีความหมายหรือเป้าหมายการวิจัยด้วยแล้ว ผลการวิจัยก็ต้องสามารถนำไปปฏิบัติได้ โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานต้องร่วมกันวิจัยในสิ่งที่มีความต้องการในหน่วยงานของตนเองด้วย

2. เกิดจากงานของ Kurt Lewin ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์เพื่อพัฒนาคุณภาพของการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยอาศัยแนวคิดสำคัญ 2 ประการ คือ การตัดสินใจของกลุ่มและความตั้งใจร่วมกันที่จะทำการแก้ไขการปฏิบัติงาน

ดังนั้น แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จึงสามารถสรุปได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบของผู้วิจัยที่เป็นผู้ปฏิบัติงาน โดยมีลักษณะคล้ายบันไดเวียนหรือเกลียวสว่าน ซึ่งมีขั้นตอนใหญ่ 4 ขั้น คือ การวางแผน การปฏิบัติตามแผน การสังเกตผลการปฏิบัติ และการสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยตามแนวคิด Kemmis and McTaggart ซึ่งมีลักษณะวงรอบวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบ P-A-O-R หมายถึง Planning – Action – Observation – Reflection หรือวงรอบการวิจัยต่อเนื่องเพื่อดำเนินการวิจัยต่อไป

3. จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ประวิต เอรารวรรณ์ (2545) สรุปจุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ

1. เพื่อแก้ปัญหา (to Solve Problem)
2. เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานแบบมืออาชีพ (to Improve Professional Practice)

วิระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวว่า เพื่อจะปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการปฏิบัติงานประจำให้ดีขึ้น โดยนำเอางานที่ปฏิบัติอยู่มาวิเคราะห์สภาพปัญหาอันเป็นเหตุให้งานนั้นไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนั้นต้องใช้แนวคิดทางทฤษฎีและประสบการณ์จากการปฏิบัติงานที่ผ่านมา เสาะหาข้อมูลและวิธีการที่คาดว่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้ แล้วสะท้อนวิธีการดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ

ดังนั้น สรุปจุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ได้ว่าเพื่อจะปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการปฏิบัติงานอย่างเป็นมืออาชีพ โดยนำเอางานที่ปฏิบัติอยู่มาวิเคราะห์สภาพปัญหา โดยการใช้แนวคิดทางทฤษฎีและประสบการณ์จากการปฏิบัติงานที่ผ่านมา เสาะหาข้อมูลและวิธีการที่คาดว่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้ แล้วสะท้อนวิธีการดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ

4. ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

McKernan (1996) ได้อธิบายลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 10 ประการโดยอาศัยแนวคิดของ Elliott ดังนี้

1. ปัญหาที่นำมาวิจัยต้องเป็นปัญหาของผู้ปฏิบัติงาน
2. ปัญหานั้นเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้
3. ปัญหานั้นเป็นปัญหาในเชิงปฏิบัติ ไม่ใช่ปัญหาเชิงทฤษฎีหรือเชิงหลักการ
4. มีการเสนอทางออกของปัญหาและปรับเปลี่ยนไปจนกว่าการวิจัยจะเสร็จสิ้น
5. เป้าหมายคือต้องการให้ผู้วิจัยเข้าใจปัญหา
6. ใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษา (Case Study) เพื่อบอกเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัยและสถานการณ์ปัญหาที่เกาะติดเพื่อศึกษา
7. กรณีศึกษาในที่นี้เป็นการรายงานตามการรับรู้และความเชื่อในสิ่งต่าง ๆ ของครูหรือนักเรียน ฯลฯ
8. ใช้การบรรยายข้อมูลจากสัญลักษณ์ทางภาษาที่แสดงออกมาในชีวิตประจำวัน
9. กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อมูลได้อย่างอิสระ
10. เปิดรับหรือรวบรวมข้อมูลได้อย่างอิสระภายในกลุ่มหรือระหว่างปฏิบัติการ

ประวิต เอราวรรณ์ (2545) สรุปลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 7 ประการ ดังนี้

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการเชื่อมโยง 2 เรื่องเข้าด้วยกัน คือ แนวคิด (ideal) ซึ่งเป็นทฤษฎี (theory) ด้านบนหอคอยงาช้าง (ivory tower) ไปสู่การปฏิบัติได้จริง (practical) ซึ่งอยู่ด้านล่าง ระดับรากหญ้า (grass root)
2. ผู้ปฏิบัติงานคือนักวิจัย (practitioners as a researcher) ซึ่งอยู่ในองค์กรหรือชุมชนที่กำลังเผชิญสภาพการณ์ปัญหาหรือข้อสงสัยที่คลุมเครือไม่กระจ่าง
3. เป้าหมาย คือ 1) เพื่อแก้ปัญหา (to solve problem) และ 2) เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานแบบมืออาชีพ (to improve professional practice)
4. หัวใจสำคัญที่แฝงอยู่ในกระบวนการ (process) ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือการมีส่วนร่วม (participation) และความร่วมมือกัน (collaboration) เพื่อนำไปสู่ความเกี่ยวพันกัน (involvement) ของผู้เกี่ยวข้อง (participants) ในองค์กรหรือชุมชนที่ดำเนินการวิจัย

5. การมีส่วนร่วม (participation) ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือการร่วมกันตระหนักในการรับรู้ปัญหา (awareness) วางแผน (plan) ตัดสินใจ (decision making) ลงมือปฏิบัติ (practice) ส่องสะท้อนตัวเอง (reflection) และรู้สึกเป็นเจ้าของ (sense of belonging)

6. เป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้าแบบวิวัฒน์ (evolving) ที่ค่อย ๆ พัฒนาขึ้นเป็นลำดับจากจุดเล็ก ๆ (small scale) ของคนกลุ่มหนึ่งในประเด็นปัญหาที่ไม่ใหญ่โตซับซ้อนเกินไป

7. จุดเด่นข้อหนึ่งของการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือ ผู้ปฏิบัติงานในฐานะนักวิจัยเมื่อได้ทำวิจัยแล้วผลวิจัยจะตอบสนองความต้องการของตนเองทำให้อยากศึกษาค้นคว้าและปรับปรุงพัฒนางานต่อไป (self-reflective inquiry)

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านการปฏิบัติงาน (Practical Problem) ที่ผู้ปฏิบัติงานระดับล่างมักจะประสบในขณะทำงานอยู่ประจำหรือปฏิบัติหน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละวัน มากกว่าการเกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านทฤษฎี (Theoretical Problem) ซึ่งได้รับการนิยามหรือกล่าวถึงโดยนักวิจัยในสาขาวิชาความรู้ใด ๆ โดยเฉพาะ

2. มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อทำความเข้าใจ (Understanding) ต่อสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงานของครู ผู้บริหารการศึกษาอย่างลุ่มลึกและกระจ่างชัด ภายใต้กระบวนการตรวจสอบในลักษณะสะท้อนกลับของวิธีปฏิบัติที่นักวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ลงมือกระทำลงไปอย่างวิพากษ์วิจารณ์ (critically) อันจะนำไปสู่การได้แนวทางปฏิบัติการสำหรับใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทแวดล้อมมากยิ่งขึ้น สำหรับการดำเนินงานในลำดับต่อไป นอกจากนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานรวมทั้งสถานการณ์เงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานมากกว่าการมีจุดมุ่งหมาย เพื่อการสร้างสรรค์องค์ความรู้เชิงวิชาการอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเฉพาะ

3. มุ่งเน้นการตีความหมายเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ตามความคิดเห็นหรือทัศนะของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ของปัญหาดังกล่าวมากกว่าที่จะการอาศัยแนวคิดทฤษฎี กฎหรือหลักการของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ทั้งนี้ เพราะเชื่อว่าการกระทำ การติดต่อสื่อสารหรือพฤติกรรมใด ๆ ของมนุษย์ ทั้งที่ปรากฏให้เห็นเด่นชัดหรือไม่เห็นเด่นชัดในเหตุการณ์ต่อปัญหาหนึ่ง ๆ สามารถตีความหมายได้โดยการสรุปอ้างอิง (inference) จากแรงจูงใจ ความเชื่อ เจตนา หรือจุดมุ่งหมายของผู้แสดงพฤติกรรมประกอบเข้ากับ

บริบทแวดล้อมที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมหรือการกระทำเหล่านั้นขึ้น เช่น บรรทัดฐาน ค่านิยม และ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทางสังคมเป็นสำคัญ โดยนัยดังกล่าวนี้แสดงว่า นักวิจัยไม่สามารถตีความหมาย พฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลใด ๆ ได้เลย ถ้าปราศจากการพิจารณาบริบทสภาพแวดล้อมของ พฤติกรรมนั้น ๆ มาประกอบด้วย

4. เสนอผลการวิจัยในรูปแบบเรียบง่าย การเสนอรายงานผลการศึกษาวิจัยในรูปแบบ ด้วยการเลือกใช้ถ้อยคำ สำนวนในระดับเดียวกับผู้ปฏิบัติงาน โดยพยายามหลีกเลี่ยงคำศัพท์เฉพาะ สาขาวิชา (technical term) และภาษาที่มีลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรม เพื่อทำให้ง่ายต่อการ ติดตาม ทำความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้คำอธิบายเกี่ยวกับผลการวิจัยตลอดจน กระบวนการวิจัยอื่น ๆ สามารถตรวจสอบความตรง (validity) ได้จากการสนทนาแบบเป็นกันเองกับ ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนร่วมหรือเกี่ยวข้องในทุกระยะของกระบวนการวิจัย

5. มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในทุก ขั้นตอนจะต้องอยู่ภายใต้บรรยากาศการมีส่วนร่วม การร่วมมือร่วมใจ การเชื่อถือ ไว้วางใจ การเป็น ความเป็นอิสระ และความเสมอภาคในการแสดงความคิดเห็น

6. ผ่อนคลายความเข้มงวดเกี่ยวกับระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย การดำเนินงานวิจัยเชิง ปฏิบัติการไม่ยึดติดอยู่ภายใต้กรอบการจัดกระทำทางทดลองและการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน อย่างเคร่งครัดแบบตายตัวด้วยแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) หรือวิธีการทางสถิติใด ๆ (Statistical Control) แนวคิดพื้นฐานดังกล่าวนี้ไม่ได้หมายความว่าการศึกษา วิจัยเชิงปฏิบัติการละเลยหรือมองข้ามความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าด้วยการอาศัยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ หากแต่ปรับวิธีการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการดังกล่าวให้กลมกลืนหรือสอดคล้องกับ ลักษณะของปัญหา สภาพการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่แวดล้อมปัญหาที่ ต้องการแสวงหาความรู้ความจริง ด้วยเหตุนี้การวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยทั่วไปอาจเลือกใช้รูปแบบการ วิจัยเชิงปริมาณที่อาศัยแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) หรือการวิจัยเชิง คุณภาพ

7. ไม่เน้นการสรุปอ้างอิงผลการศึกษาวิจัยข้ามไปยังบริบทอื่น การสรุปอ้างผลการวิจัย หรือการขยายผลการวิจัยให้ครอบคลุมไปยังห้องเรียน หรือโรงเรียนที่มีทำเลที่ตั้งหรือบริบทอื่น ๆ แตกต่างไปจากทำเลหรือบริบทที่ทำการวิจัยจริง มีลักษณะค่อนข้างจำกัดกว่าการวิจัยเชิงทดลองทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่สามารถอาศัยกฎ ของความครอบคลุม (covering law) ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ

ความสัมพันธ์ หรือการอ้างอิงเชิงสาเหตุ (causal Relationships) ดังนั้นในทางปฏิบัติโดยทั่วไป การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จึงมีแนวโน้มกระทำได้เฉพาะในขอบเขตของสถานที่ บุคคล และเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการขยายผลของการวิจัยให้ครอบคลุมเข้าไปยังขอบเขตอื่นที่นอกเหนือก็สามารถทำได้ ถ้าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในบริบทเหล่านั้นมีลักษณะคล้ายคลึงหรืออยู่ในสภาวะการณ์ที่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งได้รับการยืนยันจากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ประกอบด้วย

8. สร้างดุลยภาพและความเสมอภาคระหว่างทัศนะของบุคคลภายในและภายนอก นักวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เป็นบุคคลภายใน (insider) และบุคคลภายนอก (outsider) ของสถานที่ทำการศึกษาวิจัย มีบทบาทสำคัญ 2 ประการ คือ บุคคลภายในมีบทบาทเป็นทั้งผู้ปฏิบัติงานตามหน้าที่ปกติและเป็นนักวิจัยเชิงปฏิบัติการในสถานที่ทำงานของตนเอง ในขณะที่บุคคลภายนอกมีบทบาทเป็นผู้เชี่ยวชาญผู้ให้คำปรึกษาทางวิชาการให้กับบุคคลภายในและเป็นนักวิจัยเชิงปฏิบัติการเช่นเดียวกับบุคคลภายใน นักวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้งที่เป็นบุคคลภายในและบุคคลภายนอกจะต้องปรับบทบาทของตนเองให้มีดุลยภาพทางแนวความคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติอยู่เสมอในแต่ละสถานการณ์ นอกจากนี้จะต้องสร้างความเสมอภาคทางความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมการวิจัยเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดหรือความสับสนระหว่างบทบาทเหล่านั้นในขณะปฏิบัติงานวิจัย

ดังนั้นจึงสามารถสรุป งานวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่ผู้ปฏิบัติงานมุ่งเน้นการแก้ไข ปัญหาและการพัฒนาการทำงานอย่างเป็นแบบมีอวัชพ เน้นที่การปฏิบัติและการมีส่วนร่วมโดยมีการทำงานแบบวงรอบต่อเนื่อง โดยผลที่ได้จากการวิจัยจะไม่อ้างอิงไปยังบริบทอื่น



บริบทของโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

1. บริบทของโรงเรียน

1.1 ความพร้อมของโรงเรียน

โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ยังขาดความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์การเรียนของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ยังไม่ได้หนังสือการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมทั้งหมด และอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสื่อกลางในการเรียนบ้างห้องก็ไม่มียังไม่ได้รับการแก้ไข

1.2 ด้านอาคาร

อาคารที่ใช้ในการเรียนการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 มีพื้นที่ขนาดเล็ก ประกอบกับจำนวนนักเรียนที่มากส่งผลให้การเรียนที่ให้ออกกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มนั้นค่อนข้างที่จะลำบาก และอุปกรณ์ในอาคารที่ใช้เป็นสื่อกลางในการสอนรับรองอุปกรณ์ได้บางเครื่องเท่านั้น

1.3 ด้านเทคโนโลยี

อินเทอร์เน็ตที่โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์มีการเข้าใช้งานค่อนข้างยากและมีเชื่อมต่อที่ขาดหายบ่อย

1.4 ความพร้อมของนักเรียน

นักเรียนมีอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือทุกคน แต่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้มีการสมัครอินเทอร์เน็ตเป็นของตัวเอง

1.5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9

1.3.1 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ถนัดวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ

1.3.2 นักเรียนจะตอบคำถามได้ ก็ต่อเมื่อ ครูแนะแนวทางของคำตอบ

1.3.3 นักเรียนบางคนยังไม่สามารถนำความรู้เดิม มาใช้เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้

1.3.5 นักเรียนยังไม่สามารถใช้การจินตนาการในการเชื่อมโยงไปยังบทเรียนที่เป็นระดับ

จุลภาคได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย

1.1 งานวิจัยในประเทศ

พศยา สันสน และกานต์ตระกูล วุฒิสเลา (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ด้วยกลวิธีแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย และแบบทดสอบวัดมโนคติวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลจำนวน 11 ข้อ คะแนนของนักเรียนจากการทดสอบถูกจัดตามระดับความเข้าใจเป็นมโนคติวิทยาศาสตร์ มโนคติคลาดเคลื่อน และมโนคติที่ผิด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย และร้อยละ กลวิธีแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย ช่วยให้นักเรียนมีมโนคติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากร้อยละ 19.84 เป็น 67.50 โดยมโนคติวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 1.43 เป็นร้อยละ 57.43 ในการสอบหลังเรียน ในขณะที่มโนคติคลาดเคลื่อนและมโนคติที่ผิดลดลงจากก่อนเรียนร้อยละ 44.86 และ 53.71 เป็นร้อยละ 34.57 และ 8.00 ในการสอบหลังเรียนตามลำดับ

พศยา สันสน (2558) ได้ศึกษามโนคติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สมบัติการนำไฟฟ้าและรูปร่างโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยใช้เทคนิคแบบจำลอง สังเกต สะท้อนความคิด อธิบาย แบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลอง สังเกต สะท้อนความคิด อธิบาย แบบทดสอบวัดมโนคติวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบพร้อมกับให้เหตุผลจำนวน 15 ข้อ และเกณฑ์การให้คะแนนของแบบจำลองเบื้องต้น และแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้ว คะแนนสอบจากข้อสอบวัดมโนคติวิทยาศาสตร์แบบเป็น 3 ระดับ คือ มโนคติวิทยาศาสตร์ มโนคติคลาดเคลื่อน และมโนคติที่ผิด วิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าสถิติทดสอบแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์รายวัตถุประสงค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากร้อยละ 20.43 เป็น 69.52 ในขณะที่มโนคติคลาดเคลื่อนและมโนคติที่ผิด รายวัตถุประสงค์ลดลงจากก่อนเรียน

ร้อยละ 45.50 และ 53.06 เป็นร้อยละ 33.25 และ 7.31 ตามลำดับ ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายชั้นเรียน รายบุคคล และรายข้อ อยู่ในระดับปานกลาง และแบบจำลองที่ปรับปรุงหลังเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับดี

พิชญา เข้มทอง, ปราณอม ขาวเมฆ และทองใบ สุขประเสริฐชัย (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย ร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย ร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ แบบทดสอบวัดแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ และอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ และข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการจัดกลุ่มแนวความคิด ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนร้อยละ 30.88 มีแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ หลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวความคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนลดลงร้อยละ 13.08 และโดยส่วนใหญ่ นักเรียนมีแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยแนวความคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ แนวความคิดเกี่ยวกับความยาวพันธะและพลังงานพันธะ คิดเป็นร้อยละ 60.00 จากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยสามารถพัฒนาแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ไปสู่แนวความคิดที่ถูกต้องได้

สุพัตรา พรหมฤทธิ์ (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนคิด-อธิบาย ร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับ มีผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลองสังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับที่ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากความรู้เดิมและความรู้ที่ได้จากห้องเรียน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างแบบจำลอง ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อนความคิด และขั้นอธิบาย โดยแต่ละขั้นมีการเชื่อมโยงการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ 2) นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบายร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับอยู่ในกลุ่มโมเดลสมบูรณ์ มโนคติไม่สมบูรณ์ มโนคติคลาดเคลื่อน และมโนคติไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 54.52, 28.81, 15.95 และ

0.71 ตามลำดับ 3) นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการไทเทรต หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลองสังเกต-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบายร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามารถสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Carillo, Lod and Ricky (2005) ได้เปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ในการทดลองแบบดั้งเดิมและวิธี Model - Observe - Reflex - Explain (MORE) พบว่า การใช้แนวคิดแบบ Model - Observe - Reflex - Explain (MORE) ในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนมีระดับการสืบเสาะในการเรียนรู้ที่สูงขึ้น และทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระละลายในระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ถูกต้องมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนในการสร้างแนวคิดตามหลักวิทยาศาสตร์มากกว่าการจัดการเรียนรู้ในการทดลองแบบดั้งเดิม ในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธี Model - Observe - Reflex - Explain (MORE) มี 4 ขั้นตอน คือ Model เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมในการอธิบาย มีการอภิปรายภายในกลุ่ม 3- 4 คน เกี่ยวกับ โมเลกุล อะตอม และ ไอออน ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ข้อความหรือรูปภาพ ในการอธิบายแนวความคิดผ่านแบบจำลองของตนเอง ขั้นตอน Observe (การสังเกต) เพื่อรวบรวมข้อมูล ขั้นสะท้อนความคิด Reflex (สะท้อนความคิด) ระหว่างประสบการณ์ที่ได้รับ และขั้นอธิบาย Explains (อธิบาย) เป็นขั้นตอนของการอภิปรายผลกันในกลุ่ม และประสบการณ์ที่ได้รับ

Mattox, Reisner and Rickey (2006) ศึกษาการใช้ชุดการทดลองเรื่อง เกิดอะไรขึ้นเมื่อนำสารประกอบทางเคมีใส่ลงไปในน้ำ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสร้างแบบจำลองสังเกต-สะท้อนความคิด อธิบาย ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยนำชุดการทดลองผนวกกับการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ผลของการวิจัยนี้ พบว่า การใช้ชุดการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างแบบจำลองสังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พฤติกรรมการละลายของสารประกอบในน้ำ และพบว่า นักเรียนมีการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของการละลายออกมาได้ดีขึ้น

Tien, Teichert and Rickey (2017) ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธี Model - Observe - Reflex - Explain (MORE) เพื่อพัฒนาความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลของสาร โดยทำการศึกษาการละลายน้ำของสารละลายเกลือและน้ำตาล เน้นการสอนที่ให้นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค สู่การออกแบบ

แนวความคิดของนักเรียน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงระดับจุลภาค การศึกษาพบว่า นักเรียนร้อยละ 89 มีแนวคิดที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และร้อยละ 80 สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องในเรื่อง สารละลายของสารละลายเกลือ และนักเรียนร้อยละ 83 มีแนวคิดที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และร้อยละ 52 สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องในเรื่อง การละลายของน้ำ

Edlyn (2015) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธี Model - Observe - Reflex - Explain (MORE) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาเคมี โดยมีเครื่องมือการวิจัยคือ 1) แผนการเรียนรู้ด้วยวิธี Model - Observe - Reflex - Explain (MORE) 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.82 สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ 17.20 ซึ่งพบว่า ช่วยให้นักเรียนสามารถทำนายผลจากประสบการณ์ด้วยการใช้แบบจำลองสามารถสังเกต เปรียบเทียบ และอธิบายผลของแบบจำลองที่เปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ในการทำงานในบทเรียนต่าง ๆ ได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

2.1 งานวิจัยในประเทศ

สุวิษญาน์ บุญโท, อุไร พรหมมาวัน และจิตตินันท์ ธรรมโสม (2562) ได้ศึกษาการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง รายวิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีจุดประสงค์ในการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนและหลังการใช้สื่อการเรียนรู้ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจหลังการใช้สื่อการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเลยพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 44 คน โดยการเลือกสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่กลุ่มตัวอย่างเดียวเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ และสถิติที่กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่าก่อนใช้สื่อการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และความพึงพอใจหลังการใช้สื่อการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

กนกภรณ์ ทรวดทรง (2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมทักษะการสร้างแบบจำลอง และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สารละลาย รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล ดำเนินเป็นวงรอบต่อเนื่องกัน 3 วงรอบปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตกึ่งโครงสร้าง ชิ้นงานแบบจำลอง 3 มิติ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และแบบสำรวจมโนทัศน์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ 1) สร้างแบบจำลอง 2) แสดงแบบจำลอง 3) ทดสอบแบบจำลอง 4) ประเมินแบบจำลอง โดยนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้ในขั้นตอน 3 เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้เป็นรูปธรรม ทั้งนี้ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะด้านการสร้าง การประเมิน การปรับปรุง และการนำแบบจำลองไปใช้ได้ อีกทั้งทักษะเหล่านี้ยังช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่อง สารละลาย โดยเฉพาะเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

รจนา ศรีพัฒนาพันธุ์เลิศ, รุ่งอรุณ บีโซ่ และชिरะภรณ์ ไหมทอง (2564) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะ จากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านสันคะยอม จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่เรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Barak and Hussein Farraj (2013) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ชีวเคมีแนวใหม่ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในเชิงลึกเกี่ยวกับโครงสร้าง 3 มิติ และหน้าที่ของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก โดยมีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแอนิเมชันของสารชีวโมเลกุล ส่งผลต่อความเข้าใจทางชีวเคมีของนักเรียนอย่างไร เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามก่อนและหลังเรียน การสังเกตภายในชั้นเรียน เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และตีความ โดยกลุ่ม

ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 175 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตรวจสอบโดยใช้แอนิเมชัน กลุ่มที่ให้ครูสาธิตการใช้แอนิเมชัน และกลุ่มการเรียนรู้ดั้งเดิมโดยใช้หนังสือ ผลการวิจัย พบว่า การบูรณาการการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ สามารถเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน และการสาธิตการใช้แอนิเมชันของครูช่วยเพิ่มความรู้ของนักเรียนซึ่งเป็นทักษะการคิดเบื้องต้น

Moutinho at al (2017) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการบูรณาการแบบจำลอง 3 ชนิดที่แตกต่างกัน ได้แก่ แบบจำลองทางกายภาพ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ และแบบจำลองผสมผสาน ในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง ภัยธรรมชาติ เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ ได้แก่ 1) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยเป็นข้อคำถามแบบ 2 ส่วน จำนวน 15 ข้อ โดยส่วนแรกจะเป็นข้อความที่ให้นักเรียนอ่านและเลือกว่าข้อความนั้น จริง หรือ เท็จ หรือไม่ทราบ ส่วนที่สองจะเป็นข้อความ 4 ประโยค ให้นักเรียนปรับแก้คำตอบจากประโยคก่อนหน้าและเลือกคำตอบที่ถูกต้อง 2) แบบสอบถามเกี่ยวกับแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นคำถามแบบเลือกตอบจำนวน 6 คำถาม แต่ละคำถามจะมี 2 คำตอบ ซึ่งจุดประสงค์ของแบบสอบถามนี้ เพื่อให้ทราบถึงวิธีในการจัดการเรียนรู้ 3) แบบสัมภาษณ์ ตัวอย่างที่มีการตอบคำถามในแบบทดสอบคลุมเครือซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างจะถูกเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการบันทึกเสียง ผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้แบบจำลองต่าง ๆ ในการสอนวิทยาศาสตร์สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ และส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย และจากการวิเคราะห์แบบทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นการเรียนรู้โดยการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากความรู้เดิมและความรู้ที่ได้จากห้องเรียนมาสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถมีการเชื่อมโยงแบบความคิดในระดับมหภาคไปสู่ระดับจุลภาคได้ จึงส่งผลให้นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้จะมีการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองและโมเดลทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอย่างเป็นระดับ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองและโมเดลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยการจัดการเรียนรู้

ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง และสามารถใช้เป็นแนวทางในการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและการแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกลุ่ม เพื่อสร้างแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์พยาน ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Tien, Teichert and Rickey, 1999) พร้อมกับการสอดแทรกเทคโนโลยีเสมือนจริงในกระบวนการเรียนรู้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้จากการเรียนรู้เฉพาะเจาะจงอย่างเหมาะสมด้วยภาพสามมิติ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2554) จะทำให้ผู้เรียนเข้าถึงที่ต้องการศึกษาในระดับมหภาคและจุลภาคสูงขึ้น (Hard, 1997) มีกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

ตัวแปรต้น

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในขั้นการสะท้อนความคิด

1. ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (Model)
2. ขั้นการสังเกต (Observer)
3. ขั้นการสะท้อนความคิด (Reflect)
4. ขั้นการอธิบาย (Explain)

ตัวแปรตาม

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

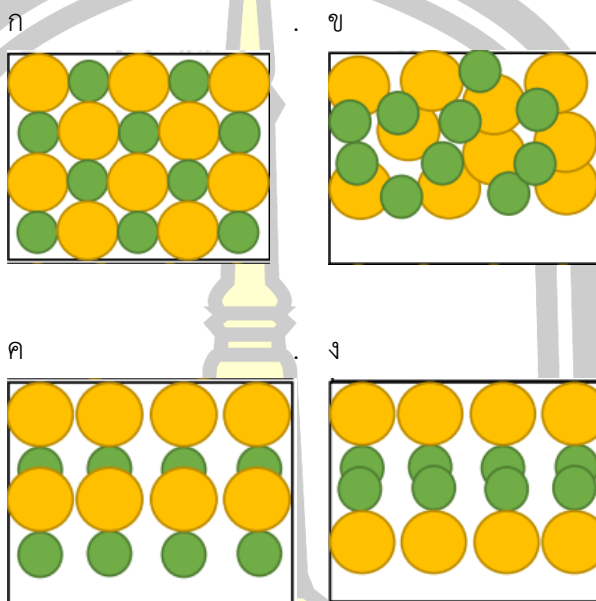
กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 จำนวน 16 คน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ปีการศึกษา 2565 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จากการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร ของฐานธรณ์ กันโท (ฐานธรณ์ กันโท, 2563) จำนวน 2 ข้อ ลักษณะข้อวัดเป็นแบบเลือกตอบที่มีคำถาม 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ปรนัย 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นอัตนัยซึ่งเป็นการบอกเหตุผลที่เลือกตอบข้อนั้น เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ให้ 4 คะแนน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ให้ 3 คะแนน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วนคลาดเคลื่อนบางอย่างให้ 2 คะแนน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนให้ 1 คะแนน และเข้าใจผิดให้ 0 คะแนน เกณฑ์ไม่ผ่านคือ นักเรียนที่มีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ทั้ง 2 ข้อ

พูน ปณ จิต ชเว

ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเลือกกลุ่มเป้าหมาย

ข้อใดแสดงการจัดเรียงอนุภาคของเกลือแกงได้ถูกต้อง

- แทนด้วย อนุภาคหรืออะตอมของโซเดียม
● แทนด้วย อนุภาคหรืออะตอมของคลอไรด์



พร้อมอธิบายเหตุผล.....
.....
.....

ตารางที่ 8 ผลการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9

มโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	ผู้ที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่า ระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์		ผู้ที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระดับ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไป	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
	16	39.02	25	60.98

จากตารางที่ 8 พบว่า มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 39.02 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 60.98 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในรายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย จำนวน 9 แผน 14 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ

2.1 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ลักษณะแบบวัดเป็นแบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน โดยให้ตอนที่ 1 เป็นคำถามเนื้อหาจำนวน 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลให้สอดคล้องกับการเลือกตอบตอนที่ 1 ทั้งสิ้นจำนวน 3 ชุด ใช้ในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ท้ายวงรอบทุกวงรอบ

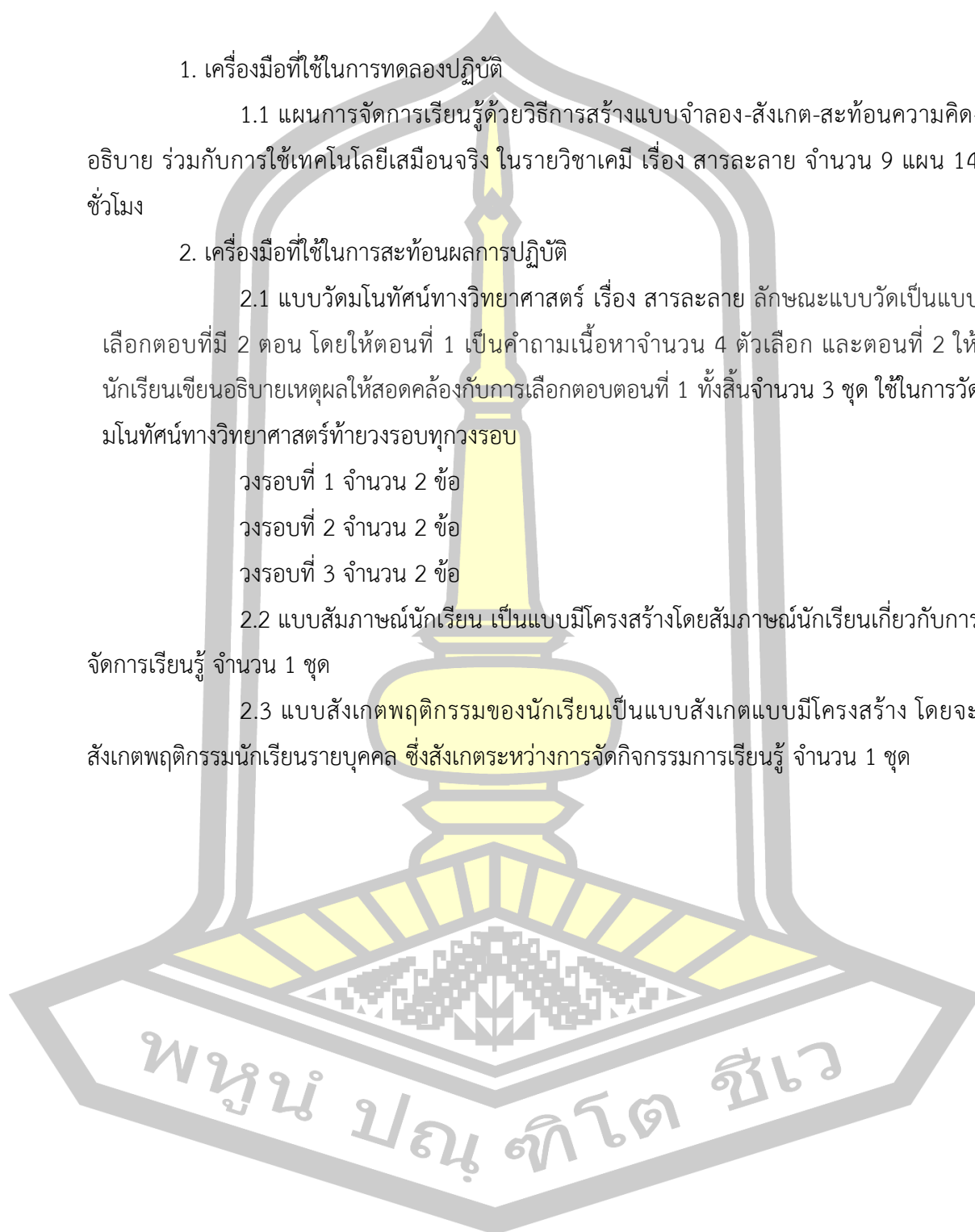
วงรอบที่ 1 จำนวน 2 ชุด

วงรอบที่ 2 จำนวน 2 ชุด

วงรอบที่ 3 จำนวน 2 ชุด

2.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้างโดยสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด

2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป็นแบบสังเกตแบบมีโครงสร้าง โดยจะสังเกตพฤติกรรมนักเรียนรายบุคคล ซึ่งสังเกตระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด



การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สารละลาย

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (เคมีเพิ่มเติม) เรื่อง สารละลาย จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยกำหนดเนื้อหาใช้เวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่าง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ เรื่องสารละลาย โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ	ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ (percentage) เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อร้อยละของสารละลาย จำแนกได้ดังนี้ ร้อยละโดยมวล (% w/w) = $\frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$ ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % g ตัวละลาย/g สารละลาย ร้อยละโดยปริมาตร (% v/v) = $\frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$ ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % mL ตัวละลาย/mL สารละลาย ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (% w/v) = $\frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$ ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกรัม ปริมาตรของสารละลายจะ	1. นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณ	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	เป็นมิลลิลิตรจะได้หน่วยเป็น % g ตัวละลาย/mL สารละลาย ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกิโลกรัม ปริมาตรของสารละลายจะเป็นลิตรจะได้หน่วยเป็น % kg ตัวละลาย/L สารละลาย	ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ 3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	
ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วน	ส่วนในล้านส่วน (part per million,ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (part per billion,ppb) เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อล้านส่วนและพันล้านส่วนของสารละลาย ตามลำดับ ในหน่วยมวลหรือหน่วยปริมาตรเดียวกัน ตามความสัมพันธ์ดังนี้ $\text{ส่วนในล้านส่วน} = \frac{\text{มวลหรือปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{มวลหรือปริมาตรของสารละลาย}} \times 10^6$ $\text{ส่วนในพันล้านส่วน} = \frac{\text{มวลหรือปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{มวลหรือปริมาตรของสารละลาย}} \times 10^9$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วนได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วนได้ 3. นักเรียนมีวินัย	1

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ความ เข้มข้น ของสาร ละลาย ในหน่วย โมลาริตี โมแลลิตี และ เศษส่วน โมล	โมลาริตี (molarity, M) หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลิตร หรือ 1000 มิลลิลิตร จึงมีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โมลาร์ (molar) ซึ่งมีสัญลักษณ์ M เช่น สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1.0 M หมายความว่า สารละลาย 1 L มีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่ 1 mol เขียนความสัมพันธ์ของโมลาริตี ได้ดังนี้ $\text{โมลาริตี (M)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (dm}^3 \text{ หรือ L)}}$ โมแลลิตี (molality, m) หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม จึงมีหน่วยเป็นโมลต่อกิโลกรัม หรือ เรียกอีกอย่างว่า โมแลล (molal) ซึ่งมีสัญลักษณ์ m เช่น สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.5 m หมายความว่า มีโซเดียมคาร์บอเนต 0.5 mol ละลายในน้ำ 1 kg เขียนความสัมพันธ์ของโมแลลิตีได้ดังนี้ $\text{โมแลลิตี (m)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย}}{\text{มวลของตัวทำละลาย (kg)}}$ เศษส่วนโมลของสารใดในสารละลาย หมายถึง อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นกับจำนวนโมลรวม ของสารทั้งหมดในสารละลาย เช่น สารละลายชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสาร A a โมล สาร B b โมล และสาร C c โมล เศษส่วนโมลของ A B และ C เป็นดังนี้ $\text{เศษส่วนโมล A (X}_A\text{)} = \frac{a}{(a+b+c)}$ $\text{เศษส่วนโมล B (X}_B\text{)} = \frac{b}{(a+b+c)}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้ 3. นักเรียนตรงต่อเวลา	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	เศษส่วนโมล $C (X_C) = \frac{c}{(a+b+c)}$ ถ้านำเศษส่วนโมลของสารทุกสารในสารละลายมารวมกันจะได้ดังนี้ $(X_A + X_B + X_C) = \frac{a}{(a+b+c)} + \frac{b}{(a+b+c)} + \frac{c}{(a+b+c)} = 1$		
การคำนวณเกี่ยวกับ การเปลี่ยนหน่วยจากร้อยละเป็นโมลต่อลิตร	การเปลี่ยนจากร้อยละโดยมวลเป็นโมลต่อลิตร กรณีนี้ต้องทราบความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะของสารละลายจึงจะคำนวณได้โดยใช้สูตรดังนี้ $M = \frac{\%10D}{M_w} \text{ หรือ } M = \frac{\%10S}{M_w}$ เมื่อ M คือ ความเข้มข้นของสารละลาย mol/dm³ D คือ ความหนาแน่นของสารละลาย g/cm³ M_w คือ มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย S คือ ความถ่วงจำเพาะของสารละลาย การเปลี่ยนจากร้อยละโดยปริมาตรเป็นโมลต่อลิตร กรณีนี้ต้องทราบความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะของตัวถูกละลายจึงจะคำนวณได้โดยใช้สูตรดังนี้ $M = \frac{\%10D}{M_w} \text{ หรือ } M = \frac{\%10S}{M_w}$ เมื่อ M คือ ความเข้มข้นของสารละลาย mol/dm³ D คือ ความหนาแน่นของตัวละลาย g/cm³ M_w คือ มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย S คือ ความถ่วงจำเพาะของสารละลาย การเปลี่ยนจากร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเป็นโมลต่อลิตรกรณีนี้ไม่ต้องอาศัยค่าความหนาแน่นสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนหน่วยจากร้อยละเป็นโมลต่อลิตรได้ 2. นักเรียนคำนวณการเปลี่ยนหน่วยจากร้อยละเป็นโมลต่อลิตรได้ 3. นักเรียนมีความตั้งใจใฝ่เรียนรู้	1

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	$M = \frac{\%10}{M_w}$ เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของสารละลาย mol/dm³ Mw คือ มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย		
การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์	การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การคำนวณปริมาณของตัวละลาย การชั่งตัวละลาย การละลายในตัวทำละลาย และการปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามต้องการในขวดกำหนดปริมาตร	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ได้ 2. นักเรียนคำนวณ และทดลองการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ได้ 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา	2
การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายความเข้มข้น	การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การ คำนวณจำนวนโมลของตัวละลายในสารละลายที่ต้องการเตรียม คำนวณปริมาตรสารละลายเข้มข้น ที่จะใช้ปิเปตต์สารละลายเข้มข้นตามปริมาตรที่คำนวณได้ใส่ลงในขวดกำหนดปริมาตร และการปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามต้องการในขวดกำหนดปริมาตร	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเตรียมโดยการนำสารละลายเดิมมาทำให้เจือจางลงได้	1

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	จากที่ทราบแล้วว่าจำนวนโมลของตัวละลายก่อนและหลังการทำให้เจือจางมีค่าเท่ากัน ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายก่อนและหลังการทำให้เจือจางเป็นดังนี้ $M_1V_1 = M_2V_2$ ถ้าให้ M_1 เป็นความเข้มข้นของสารละลายก่อนทำให้เจือจาง (mol/L) M_2 เป็นความเข้มข้นของสารละลายหลังทำให้เจือจาง (mol/L) V_1 เป็นปริมาตรของสารละลายก่อนทำให้เจือจาง (L) V_2 เป็นปริมาตรของสารละลายหลังทำให้เจือจาง (L)	2. นักเรียนคำนวณการเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายความเข้มข้นได้ 3. นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	
การเตรียมสารละลายจากการผสมสารที่มีความเข้มข้นต่างกัน	การเตรียมสารละลายโดยการผสมสารละลายเดิมที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันเข้าด้วยกัน ใช้หลักการที่ว่าเมื่อนำสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันมาผสมกันจำนวนโมลของตัวถูกละลายก่อนผสมกันย่อมเท่ากับจำนวนโมลของตัวถูกละลายหลังผสมกัน เมื่อผสมสารละลาย จะพบว่า 1. จำนวนโมลของตัวถูกละลายแต่ละความเข้มข้นคิดได้จาก $n = MV / 1000$ 2. จำนวนโมลของตัวถูกละลายก่อนผสมคิดจาก V และ M ของแต่ละความเข้มข้น 3. จำนวนโมลของตัวถูกละลายภายหลังผสมคิดจาก V รวมและ M รวม ในการคำนวณให้ใช้สูตรต่อไปนี้ $M_{\text{รวม}}V_{\text{รวม}} = M_1V_1 + M_2V_2 + \dots$	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเตรียมสารละลายจากการผสมสารที่มีความเข้มข้นต่างกันได้ 2. นักเรียนคำนวณและทดลองการเตรียมสารละลายจากการผสมสารที่มี	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	เมื่อ $M_{\text{รวม}}$, $V_{\text{รวม}}$ คือความเข้มข้นเป็น mol/dm^3 และปริมาตรของสารละลายที่เตรียม (สารละลายผสมกันแล้วเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้) $M_1, M_2 \dots$ คือ ความเข้มข้นเป็น mol/dm^3 ของสารละลายเดิมชนิดต่างๆ	ความเข้มข้นต่างกันไม่ได้ 3. นักเรียนมีความซื่อสัตย์	
สมบัติคอลลิเกทีฟ	สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative property) ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะของสารละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมลแลหรือโมลต่อกิโลกรัมเท่ากัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลว (จุดเยือกแข็ง) เท่ากัน แต่ถ้ามีความเข้มข้นแตกต่างกัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลว (จุดเยือกแข็ง) ไม่เท่ากัน โดยไม่ขึ้นกับชนิดของตัวละลายแต่ขึ้นกับชนิดของตัวทำละลาย	1. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติคอลลิเกทีฟได้ 2. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ 3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1
การคำนวณหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง	การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดแปรผันตรงกับความเข้มข้นเป็นโมลแลของสารละลาย ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้ $\Delta T_b \propto m$ $\Delta T_b = K_b m$ เมื่อ $\Delta T_b = \text{ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลแลหรือโมลต่อกิโลกรัม K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด การลดลงของจุดเยือกแข็งแปรผันตรงกับ ความเข้มข้นเป็นโมลแลของสารละลาย ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้ $\Delta T_f \propto m$ $\Delta T_f = K_f m$ เมื่อ ΔT_f = ผลต่างระหว่างจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์กับจุดเยือกแข็งของสารละลาย m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลแลหรือโมลต่อกิโลกรัม K_b = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง	2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการคำนวณเกี่ยวกับผลต่างของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และผลต่างของการลดลงของจุดเยือกแข็งได้ 3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	

1.3 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์มากำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังตารางที่ 10

พูน ปณ จิต ชีเว

ตารางที่ 10 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ขั้นตอน	กิจกรรม
การสร้างแบบจำลอง	แบ่งกลุ่มให้นักเรียนสร้างแบบจำลองจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด
สังเกต	นักเรียนออกแบบวางแผนดำเนินการสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล
สะท้อนความคิด	นักเรียนนำเสนอผลการสังเกต สรุปผล และแก้ไขแบบจำลองโดยใช้ Assemblr ช่วยในการสร้างแบบจำลอง
อธิบาย	นักเรียนนำเสนอแบบจำลองพร้อมอธิบายมโนทัศน์เชื่อมโยงกับข้อมูลหลักฐาน

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหา และเวลาที่ใช้ วงรอบปฏิบัติที่ 1 จำนวน 3 แผน เวลา 5 ชั่วโมง วงรอบปฏิบัติที่ 2 จำนวน 3 แผน เวลา 4 ชั่วโมง และตามวงรอบปฏิบัติที่ 3 จำนวน 3 แผน เวลา 5 ชั่วโมง โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

1. สาระสำคัญ
2. มาตรฐานการเรียนรู้
3. ผลการเรียนรู้
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. จุดประสงค์การเรียนรู้
6. สาระการเรียนรู้
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้
8. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้
9. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

ของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบการจัดกิจกรรมและคำถามให้สอดคล้องกับการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา การสอน วิทยาศาสตร์ และการวัดประเมินผล เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1.6.1 รศ.ดร.วราพร เอราวรรณ วุฒิการศึกษา ค.ด. (การวัดและประเมินผล การศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6.2 อ.ดร. มังกร ศรีสะอาด วุฒิการศึกษา วท.ด. (เคมี) ภาควิชาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.6.3 นายโกศล สีสังข์ วุฒิการศึกษา วท.ม. (เคมีศึกษา) ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

1.6.4 นางรัตนา ลครร่า วุฒิการศึกษา กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

1.6.5 นายชุมพล ชารีแสน วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

1.7 เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยมีการกำหนดระดับคุณภาพและความเหมาะสมที่ยอมรับได้จากผู้เชี่ยวชาญ ต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป จะถือว่าเป็นแผนการเรียนรู้ที่ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ มีผลการประเมิน 4.17-4.28 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมิน

เหมาะสมมาก นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองได้ถูกต้อง และชัดเจน

1.8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบที่มีคำถาม 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 มีลักษณะเป็นอัตนัยซึ่งเป็นการบอกเหตุผลที่เลือกตอบข้อนั้น ทั้งสิ้นจำนวน 3 ชุด ใช้ในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทำยวงรอบทุกวงรอบ วงรอบที่ 1 จำนวน 2 ข้อ วงรอบที่ 2 จำนวน 2 ข้อ และวงรอบที่ 3 จำนวน 2 ข้อ

2.2 ศึกษาเนื้อหาและวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง สารละลาย

2.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการออกแบบวัดและสร้างตารางวิเคราะห์แบบวัด เพื่อเป็นกรอบในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้และจำนวนแบบวัดที่ออก

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้และจำนวนข้อคำถามที่สร้างและต้องใช้จริงเรื่องสารละลาย

วงรอบ ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อ	
		สร้าง	ใช้จริง
1	ความเข้มข้นของสารละลาย	3	2
2	การเตรียมสารละลาย	3	2
3	สมบัติบางประการของสารละลาย	3	2
รวม		9	6

2.4 ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน แล้วนำแบบวัดเสนอที่สร้างต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วน และปรับปรุงแบบวัดตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยอาจารย์

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงคำถาม และปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนนิเทศน์ทางวิทยาศาสตร์ในข้ออรรถนัยที่แสดงเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้นให้มีความชัดเจนมากขึ้น

2.5 นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม) พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2.6 นำผลการประเมินแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี ,2551:92) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่ามีความสอดคล้องระหว่างประเด็นเนื้อหาเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องระหว่างประเด็นเนื้อหาเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องระหว่างประเด็นเนื้อหาเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้

โดยมีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่ยอมรับได้จากผู้เชี่ยวชาญ ต้องมีดัชนีตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 จะถือว่าผ่านเกณฑ์ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่า 0.6-0.7 ผ่านเกณฑ์ วงรอบที่ 1 จำนวน 3 ข้อ วงรอบที่ 2 จำนวน 3 ข้อ และวงรอบที่ 3 จำนวน 3 ข้อ โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงคำถามในสถานการณ์ให้มีความกระชับชัดเจนมากขึ้น

2.7 นำผลการประเมินค่าความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน ที่ปรับปรุงแล้วจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยมีการกำหนดระดับคุณภาพและความเหมาะสมที่ยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญ ต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป จะถือว่ามีความเหมาะสม ซึ่งผลการประเมินมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 9 ข้อ มีผลการประเมิน 4.07-4.33 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินเหมาะสมมาก นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินต้องเขียนให้ชัดเจนมากขึ้น

2.8 นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เครื่องมือที่ใช้สัมภาษณ์นักเรียนทุกคนหลังสิ้นสุดแต่ละวงรอบปฏิบัติการ ในประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ 6 ข้อ เพื่อใช้เป็นข้อมูลปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการต่อไป มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสัมภาษณ์

3.2 กำหนดขอบข่ายประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 12 ประเด็นในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	ประเด็นในการสัมภาษณ์
วิธีการจัดการเรียนรู้	1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ 2. นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไร
สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 2. นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงสื่อการเรียนรู้อย่างไร
การสร้างมโนทัศน์	1. นักเรียนคิดว่าสถานการณ์(มโนทัศน์)ใดที่เข้าใจยากเพราะเหตุใด สถานการณ์(มโนทัศน์)ใดที่เข้าใจง่ายเพราะเหตุใด 2. นักเรียนคิดว่าวิธีการใดที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับสถานการณ์(มโนทัศน์)ได้

3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนตามขอบข่ายที่กำหนด

3.4 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของคำถาม และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้ปรับปรุงคำสัมภาษณ์ให้กระชับและชัดเจนมากขึ้น และให้มีการเพิ่มประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ศึกษาที่กำหนดให้

3.5 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม) ให้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.6 นำผลการประเมินแบบสัมภาษณ์นักเรียนของผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี ,2551:92) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

โดยมีกำหนดระดับคุณภาพและความสอดคล้อง ต้องมีดัชนีตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 จะถือว่าเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ได้ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับประเด็นสัมภาษณ์ซึ่งได้ค่า 1.00 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงคำถามในการสร้างมโนทัศน์ให้มีความกระชับชัดเจนมากขึ้น

3.7 นำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงและนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย

4. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

แบบสังเกตจะเป็นแบบสังเกตแบบมีโครงสร้างใช้ในการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสังเกต

4.2 กำหนดขอบข่ายประเด็นที่ต้องการสังเกตและพฤติกรรมที่สังเกต (อิสราณรักษ์ ชูกลิ่น, 2562) ดังตารางที่ 13

พูน ปณ จิตโต ชีเว

ตารางที่ 13 ประเด็นที่ต้องการสังเกตและพฤติกรรมที่สังเกต

ประเด็นที่ต้องการสังเกต	หัวข้อพฤติกรรมที่จะสังเกต
การปฏิบัติกิจกรรม	1. นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามเมื่อครูถาม
	2. นักเรียนใช้วิธีการที่ออกแบบหรือศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล
	3. นักเรียนทำหน้าที่นำเสนอหรือสอบถามกลุ่มอื่นเมื่อกลุ่มอื่นนำเสนอ
	4. นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
	5. นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมกลุ่ม

4.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนตามขอบข่ายที่กำหนด

4.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของพฤติกรรมที่สังเกต แล้วนำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้ปรับปรุงข้อความให้ชัดเจน และเพิ่มเติมพฤติกรรมที่จะสังเกตให้สอดคล้องกับการสร้างโน้ตส์

4.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุดเดิม) ให้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการสังเกตกับพฤติกรรมที่จะสังเกตเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

4.6 นำผลการประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อสังเกตกับประเด็นการสังเกตโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2551:92) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสังเกตนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสังเกตนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสังเกตนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

โดยมีกำหนดระดับคุณภาพและความสอดคล้อง ต้องมีดัชนีตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 จะถือว่าเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่ใช้ได้ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสังเกตกับประเด็นการสังเกตซึ่งได้ค่า .60- .80 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงข้อความให้กระชับและสื่อถึงพฤติกรรมที่ชัดเจนมากขึ้น

4.7 คัดเลือกข้อสังเกตที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นข้อสังเกตที่อยู่ในเกณฑ์ สอดคล้องระหว่างข้อสังเกตกับประเด็นการสังเกต

4.8 นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมาปรับปรุงและนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการ วิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 วงรอบปฏิบัติการตามแนวคิด Kemmis and McTaggart

วงรอบปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 1 วางแผน

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาแนวทางการ พัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสาร งานวิจัย ที่นำมาสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และสร้าง เครื่องมือในการเก็บข้อมูลการวิจัย ได้แก่

2.1 แบบวัดนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

3. ศึกษาแนวทางแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการพัฒนานวัตกรรมทาง วิทยาศาสตร์ในวงรอบที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยเลือกการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต- สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในการทดลองวิจัยเชิงปฏิบัติการ สร้าง เครื่องมือที่ใช้ในทดลอง คือแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ 2) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนใน ล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน 3) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี และ เศษส่วนโมล เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อน ความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือน จำนวน 3 แผนการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์

1. สังเกตพฤติกรรมนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2. ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

3. สัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการต่อไป

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อออกแบบการจัดการเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

วงรอบปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 1 วางแผน

1. นำผลการประเมินจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เพื่อใช้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในทดลอง จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การคำนวณเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยจากร้อยละเป็นโมลต่อลิตร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายความเข้มข้น รวม 4 ชั่วโมง

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 3 แผนการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์

1. สังเกตพฤติกรรมนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2. ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

3. สัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการต่อไป

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อกำหนดแบบการจัดการเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

วงรอบปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 วางแผน

1. นำผลการประเมินจากวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เพื่อใช้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในทดลอง จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การเตรียมสารละลายจากการผสมสารที่มีความเข้มข้นต่างกันความเข้มข้นต่าง ๆ กันเข้าด้วยกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 สมบัติคอลลิเกทิว และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การคำนวณหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง รวม 5 ชั่วโมง

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 3 แผนการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์

1. สังเกตพฤติกรรมนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2. ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

3. สัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ด้วยการสัมภาษณ์นักเรียน

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อสะท้อนผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์การสัมภาษณ์ในแบบสัมภาษณ์ของนักเรียนและผลของการสังเกตพฤติกรรมในแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เพื่อวิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงรอบต่อไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย จากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่นักเรียนต้องมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมโนทัศน์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) (Haider, 1997) โดยแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (Sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ให้คะแนน 4 คะแนน
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน หรือคำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ให้คะแนน 3 คะแนน
3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (Partial understanding with specific misconception: PS) หมายถึง คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน หรือคำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน ให้คะแนน 2 คะแนน
4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือคลาดเคลื่อน ให้คะแนน 1 คะแนน
5. เข้าใจผิด (No understanding: NU) หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่เขียนแสดงเหตุผลให้คะแนน 0 คะแนน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1. การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

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

เมื่อ

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องจุดประสงค์กับข้อสอบหรือ

ระหว่างคำถามกับพฤติกรรมชีวิตที่เกี่ยวข้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติพื้นฐาน ดังนี้

1. ค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ

p แทน ร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

พูน ปณ จิต ชีเว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยการศึกษาแบ่งเป็น 3 วงรอบปฏิบัติการ และผู้วิจัยวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงรอบดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย

นักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย 16 คน ได้ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3
วงรอบปฏิบัติการ ได้ผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 16 คน

[illegible]

ตารางที่ 14 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย								
	วงรอบปฏิบัติการที่ 1			วงรอบปฏิบัติการที่ 2			วงรอบปฏิบัติการที่ 3		
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ผลการ ประเมิน	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ผลการ ประเมิน	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ผลการ ประเมิน
12	SU	PU	ผ่าน	SU	SU	ผ่าน	PU	PU	ผ่าน
13	SU	SU	ผ่าน	SU	SU	ผ่าน	PU	PU	ผ่าน
14	PU	PS	ไม่ผ่าน	PU	PU	ผ่าน	PU	PU	ผ่าน
15	PU	PU	ผ่าน	PU	SU	ผ่าน	SU	SU	ผ่าน
16	SM	PU	ไม่ผ่าน	SM	SU	ไม่ผ่าน	SU	SU	ผ่าน
จำนวนผู้ที่ผ่าน			9 คน				14 คน		

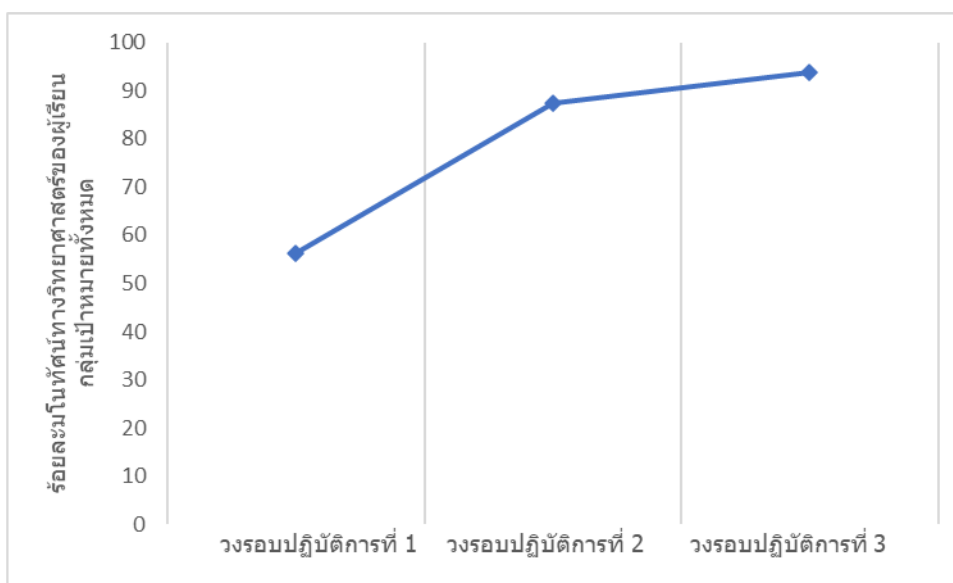
หมายเหตุ SU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ PU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง SM หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน NU หมายถึง เข้าใจผิด

จากตารางที่ 14 พบว่า วงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีผู้ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 7 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีผู้ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 14 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีผู้ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

จากข้อมูลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด สามารถแสดงได้ดังรูปภาพ



รูปภาพที่ 15 ร้อยละผู้ผ่านเกณฑ์มัธยมศึกษาในกลุ่มเป้าหมาย

จากรูปภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีระดับมัธยมศึกษาที่ต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปในวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 สูงขึ้นตามลำดับ

ผลการศึกษามัธยมศึกษา

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลมัธยมศึกษาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ภายหลังการจัดการเรียนรู้ในทุกวงจรปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ความเข้มข้นของสาระละลาย จำนวน 2 ข้อ วงจรปฏิบัติการที่ 2 การเตรียมสารละลาย จำนวน 2 ข้อ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 สมบัติบางประการของสารละลาย จำนวน 2 ข้อ ดังตารางที่ 14

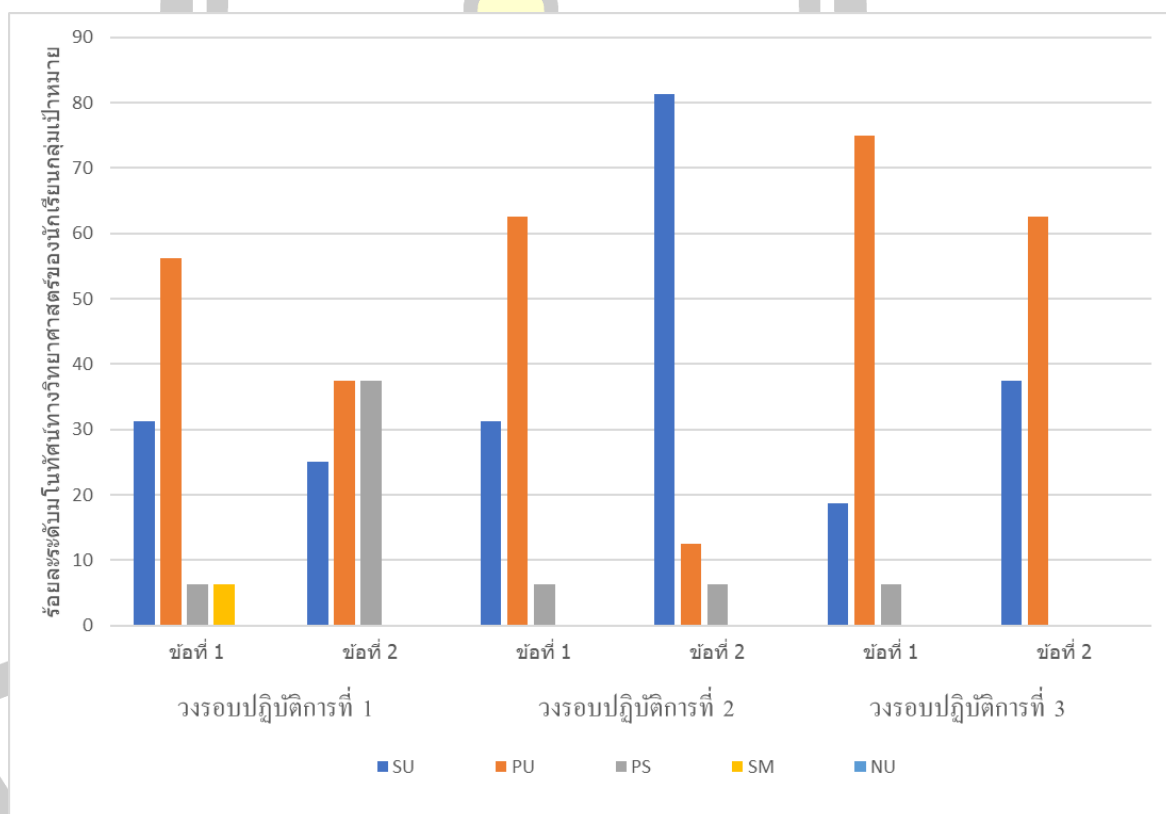
จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรเพื่อพัฒนามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง แบ่งออกเป็น 3 วงจร ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า ในข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 56.25 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และในข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) และมัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) คิดเป็นร้อยละ 37.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า ในข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และในข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า ในข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และในข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

จากข้อมูลโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงได้ดังรูปภาพที่ 16



รูปภาพที่ 16 ร้อยละระดับโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละวงรอบปฏิบัติการ

จากรูปภาพที่ 16 จะเห็นได้ว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีระดับโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ใน

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

วงรอบปฏิบัติการที่ 1

ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 เรื่อง การแยกสาร ของฐณธรณ์ กันโท (ฐณธรณ์ กันโท, 2563) จำนวน 2 ข้อ เพื่อเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง จำนวน 16 คน จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ดังนี้ แผนการเรียนรู้ที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ แผนการเรียนรู้ที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วน และแผนการเรียนรู้ที่ 3 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามแผนการเรียนรู้ที่ 1-3 ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนที่ 2 สังเกต ขั้นตอนที่ 3 สะท้อนความคิด และขั้นตอนที่ 4 อธิบาย

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลอาศัยเครื่องมือดังนี้ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

3.1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย จำนวน 2 ข้อ โดยมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงรอบปฏิบัติการที่ 1

นักเรียน คนที่	แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความเข้มข้นของ สารละลาย				ผลการ ประเมิน
	ข้อที่ 1		ข้อที่ 2		
	คะแนน เต็ม 4	ระดับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม 4	ระดับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์	
1	4	SU	4	SU	ผ่าน
2	3	PU	3	PU	ผ่าน
3	3	PU	3	PU	ผ่าน
4	3	PU	2	PS	ไม่ผ่าน
5	3	PU	4	SU	ผ่าน
6	4	SU	4	SU	ผ่าน
7	3	PU	2	PS	ไม่ผ่าน
8	3	PU	2	PS	ไม่ผ่าน
9	3	PU	2	PS	ไม่ผ่าน
10	4	SU	3	PU	ผ่าน
11	2	PS	2	PS	ไม่ผ่าน
12	4	SU	3	PU	ผ่าน
13	4	SU	4	SU	ผ่าน
14	3	PU	1	PS	ไม่ผ่าน
15	3	PU	3	PU	ผ่าน
16	1	SM	3	PU	ไม่ผ่าน
จำนวนผู้ผ่าน					9 คน

หมายเหตุ SU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ PU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
PS หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง SM หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
คลาดเคลื่อน NU หมายถึง เข้าใจผิด

จากตารางที่ 15 แสดงระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย 16 คน ซึ่งผู้ที่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่

สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 9 คน โดยมีแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 5 คน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 4 คน แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 4 คน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 5 คน และมีผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 7 คน โดยมีแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 5 คน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 1 คน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) 1 คน แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 1 คน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 6 คน

3.2 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในวาระปฏิบัติภารกิจที่ 1

ผู้วิจัยวิเคราะห์บทสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยมีประเด็นสำคัญดังนี้

ประเด็นที่หนึ่ง ในการดำเนินกิจกรรมจำกัดเวลาน้อยเกินไป ไม่มีกิจกรรมกระตุ้นความสนใจผู้เรียนก่อนดำเนินกิจกรรม และไม่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง จากการสังเกต พบว่าผู้สอนดำเนินกิจกรรมเร่งรัดเวลามากเกินไป ทำให้เวลาในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาไม่มากเพียงพอ นักเรียนส่วนใหญ่จึงนำเสนอแบบจำลองทางความคิดที่คลาดเคลื่อน โดยการนำเสนอแบบจำลองส่วนใหญ่ นักเรียนจะเลือกนำเสนอผ่านสมาร์ทโฟนของตนเอง เพื่อเป็นตัวกระตุ้นความสนใจการนำเสนอระหว่างกลุ่มด้วยการใช้สื่อออนไลน์ และกิจกรรมส่วนใหญ่จะเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์จากบทความที่กำหนดให้ ทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจและขาดการปฏิบัติจริงในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นสามารถยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“...ครูให้เวลาทำงานน้อย...”

(นักเรียนคนที่ 4)

“...ครูควรอธิบายเนื้อหาช้าลงกว่านี้ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 7)

“...ต้องมีการทดลองในกิจกรรม ถึงจะเข้าใจ...”

(นักเรียนคนที่ 8)

“...ควรมีอุปกรณ์ให้นักเรียนทำระหว่างการเรียนรู้...”

(นักเรียนคนที่ 9)

“...อยากให้ครูใช้แอปพลิเคชัน kahoot ในการเรียนรู้ด้วยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 14)

ประเด็นที่สอง ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการนำเสนอชิ้นงาน แต่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นต่อคำถามของผู้สอน จากการสังเกตในแผนการเรียนรู้ที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความกระตือรือร้นในการทำงาน เนื่องจากยังไม่ค่อยเข้าใจในการทำชิ้นงานที่ใช้ในการนำเสนอ ผู้วิจัยจึงได้สาธิตการทำชิ้นงานในการนำเสนอในแผนปฏิบัติการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในการออกแบบชิ้นงานและกระตือรือร้นในการนำเสนอชิ้นงานมากขึ้น แต่การให้ความร่วมมือของนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามของผู้สอนระหว่างเรียนไม่มีมากตามสมควร จึงทำให้ผู้สอนอยากต่อการติดตามความเข้าใจต่อสถานการณ์ศึกษาของนักเรียนระหว่างการสอน และนักเรียนที่เก่งจะเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมในกลุ่ม ทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายไม่ได้มีส่วนร่วมตามสมควร โดยมีหน้าที่แค่อำนวยความสะดวกในกลุ่ม เช่น การระบายสี และการยืมอุปกรณ์ให้เพื่อนในกลุ่ม จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นสามารถยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“...เพื่อนไม่ค่อยให้ความร่วมมือในงานกลุ่มค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 4)

“...เพื่อนไม่ค่อยคิดงานช่วยด้วยค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 5)

ประเด็นที่สาม การใช้งานสื่อในการนำเสนอ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการใช้แอปพลิเคชันในการนำเสนอ แต่นักเรียนใช้สื่อในการนำเสนอได้ไม่กี่แบบ เนื่องจากผู้สอนสาธิตการใช้สื่อแค่รูปแบบเดียว ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดของแบบจำลองระหว่างกลุ่มไม่หลากหลาย จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นสามารถยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“...สื่อที่ใช้มีความน่าสนใจและทันสมัยมากค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 7)

“...แอปพลิเคชันค่อนข้างใช้ยากค่ะ อยากให้อธิบายวิธีการใช้มากกว่านี้...”

(นักเรียนคนที่ 11)

ประเด็นที่สี่ สถานการณ์ศึกษาที่กำหนดให้ไม่อยู่ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน กลุ่มเป้าหมาย พบว่า ในแผนการปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่มีเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยจึงได้ปรับสถานการณ์ให้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียนมากขึ้น ในแผนการเรียนรู้ที่ 3 จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ได้มากขึ้น จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นสามารถยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“...ไม่รู้ว่าปัญหาที่กำหนดให้ ต้องเริ่มคิดจากอะไร และไม่เข้าใจว่าโจทย์ที่กำหนดมาต้องการอะไรคะ...”

(นักเรียนคนที่ 8)

“...ทำไมไม่ถามเกี่ยวกับพวกน้ำเชื่อมคะ...”

(นักเรียนคนที่ 13)

4. ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 ได้ผลการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงดังนี้

นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 16 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 โดยใช้แผนการเรียนรู้ที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ แผนการเรียนรู้ที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วน และแผนการเรียนรู้ที่ 3 ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมล สามารถศึกษานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากการทำแบบวัดนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 9 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 7 คน และจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบประเด็นปัญหาที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่แสดงให้เห็นถึงความไม่เข้าใจในนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้อยู่ 4 ประเด็นดังนี้ คือ (1) กิจกรรมในระหว่างการเรียนรู้ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสถานการณ์ที่ศึกษาได้ (2) นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้ (3) สื่อที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ใช้งานค่อนข้างยาก และ (4) สถานการณ์ที่ให้ศึกษามีความยากและซับซ้อน จากข้อมูลที่ได้ข้างต้นผู้วิจัยจึงสามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ดังนี้ (1) ผู้สอนต้องปรับเวลาในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสม (2) ผู้สอนต้องนำสื่อมาใช้กระตุ้นความสนใจผู้เรียนก่อนดำเนินกิจกรรม (3) ผู้สอนต้องให้นักเรียนมีการปฏิบัติการทดลองในการศึกษาหาความรู้ในกิจกรรม (4) ผู้สอนต้องกำหนดให้นักเรียนระบุหน้าที่ในกิจกรรมของตนเองกลุ่มอย่างชัดเจน (5) ผู้สอนต้องเพิ่มคะแนนเสริมให้นักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม (6) ผู้สอนต้องอธิบายการใช้งานสื่อที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ พร้อมให้คู่มือ

การใช้งานในแต่ละกลุ่ม และ (7) ผู้สอนต้องปรับสถานการณ์ที่ต้องการศึกษาให้เชื่อมโยงกับบริบทของนักเรียน

เมื่อสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 9 คน คือนักเรียนคนที่ 1 2 3 5 6 10 12 13 และ 15 ที่เหลือไม่ผ่าน 7 คน ได้เข้ารับการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาและแนวทางการปรับปรุงการจัดกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการต่อไป ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงการจัดกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
กิจกรรมในระหว่างการเรียนรู้ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสถานการณ์ที่ศึกษาได้	1. ผู้สอนต้องปรับเวลาในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสม 2. ผู้สอนต้องนำสื่อมาใช้กระตุ้นความสนใจผู้เรียนก่อนดำเนินกิจกรรม 3. ผู้สอนต้องให้นักเรียนมีการปฏิบัติการทดลองในการศึกษาหาความรู้ในกิจกรรม
นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้	1. ผู้สอนต้องกำหนดให้นักเรียนระบุหน้าที่ในกิจกรรมของตนเองกลุ่มอย่างชัดเจน 2. ผู้สอนต้องเพิ่มคะแนนเสริมให้นักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม
สื่อที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ใช้งานค่อนข้างยาก	1. ผู้สอนต้องอธิบายการใช้งานสื่อที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ พร้อมให้คู่มือการใช้งานในแต่ละกลุ่ม
สถานการณ์ที่ให้ศึกษามีความยากและซับซ้อน	1. ผู้สอนต้องปรับสถานการณ์ที่ต้องการศึกษาให้เชื่อมโยงกับบริบทของนักเรียน

วงรอบปฏิบัติการที่ 2

ผลการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเตรียมสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 7 คน จากประเด็นปัญหาในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยจึงได้นำสื่อมากระตุ้นความสนใจของผู้เรียนก่อนดำเนินกิจกรรม ให้คู่มือการสร้างแบบจำลองในแอปพลิเคชัน มีการปรับปรุงกิจกรรมเป็นการทดลอง เพื่อให้ นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ให้กำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามสมควร และให้คะแนนกับผู้ที่แสดงความคิดเห็นกับคำถามผู้สอน เพื่อให้ผู้สอนสามารถติดตามความเข้าใจของผู้เรียนได้ง่าย ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การคำนวณเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยจากร้อยละเป็นโมลต่อลิตร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายความเข้มข้น

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามแผนการเรียนรู้ที่ 4-6 ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนที่ 2 สังเกต ขั้นตอนที่ 3 สะท้อนความคิด และขั้นตอนที่ 4 อธิบาย

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลอาศัยเครื่องมือดังนี้ แบบวัดมนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

3.1 ผลการวิเคราะห์มนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดมนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเตรียมสารละลาย จำนวน 2 ข้อ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ระดับบัณฑิตศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงรอบปฏิบัติการที่ 2

นักเรียน คนที่	แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเตรียมสารละลาย				ผลการ ประเมิน
	ข้อที่ 1		ข้อที่ 2		
	คะแนน เต็ม 4	ระดับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม 4	ระดับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์	
4	4	SU	4	SU	ผ่าน
7	4	SU	4	SU	ผ่าน
8	3	PU	4	SU	ผ่าน
9	3	PU	4	SU	ผ่าน
11	2	PS	1	SM	ไม่ผ่าน
14	3	PU	3	PU	ผ่าน
16	1	SM	4	SU	ไม่ผ่าน
จำนวนผู้ผ่าน					5 คน

หมายเหตุ SU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ PU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง SM หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน NU หมายถึง เข้าใจผิด

จากตารางที่ 17 แสดงระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 7 คน ซึ่งผู้ที่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 5 คน โดยมีแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 2 คน และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 3 คน แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 4 คน และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 1 คน และมีผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 2 คน โดยมีแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 1 คน และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) 1 คน แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 1 คน และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) 1 คน

3.2 ผลการวิเคราะห์หมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยวิเคราะห์บทสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง มีประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

ประเด็นที่หนึ่ง ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้จากการสังเกต พบว่า ผู้สอนยกตัวอย่างสถานการณ์การเรียนรู้ที่ไม่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ศึกษา จึงทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเกิดความสับสนในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ศึกษา ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นสามารถยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“...มโนทัศน์ที่เข้าใจยากคือจัดเรียงอนุภาค เพราะไม่รู้ว่าจะจัดเรียงแบบไหน และการสร้างมโนทัศน์ที่ง่ายคือการทราบมวลของอนุภาค...”

(นักเรียนคนที่ 11)

“...ไม่เข้าใจสถานการณ์นี้จะวิเคราะห์ยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 16)

ประเด็นที่สอง ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายบางคนไม่สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้ถูกต้อง และเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองไม่เหมาะสม จากการสังเกต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจกระบวนการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลได้ เนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยได้ทำการทดลองจึงทำให้สับสนขั้นตอนการดำเนินงานและวิเคราะห์ผล ถึงแม้ให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามผู้สอนมากขึ้นและมีการกำหนดบทบาทการทำงานของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน แต่ทว่าคำตอบส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง ซึ่งนำไปสู่การไม่กล้านำเสนอแบบจำลองของตนต่อกลุ่มอื่น เป็นเหตุที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่เข้าใจการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากพอสมควร ยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“...อยากให้ครูเปิดวิดีโอการเตรียมสารละลายด้วยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 11)

“...ต้องมีตัวอย่าง simulation 3 มิติ ในการทดลองให้มากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 11)

“...ไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นการทดลองจากตรงไหนคะ...”

(นักเรียนคนที่ 16)

“...ครูต้องสาธิตการทำกิจกรรมการทดลองและวิธีการคำนวณคะ...”

(นักเรียนคนที่ 16)

“...ไม่รู้ว่าจะข้อมูลจากการทดลองจะเอาไปทำอะไรต่อ...”

(นักเรียนคนที่ 16)

4. ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 ได้ผลการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงดังนี้

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การคำนวณเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยจากร้อยละเป็นโมลต่อลิตร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายความเข้มข้น สามารถศึกษานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากการทำแบบวัดนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเตรียมสารละลาย พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 5 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 2 คน และจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบประเด็นปัญหาที่ทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับสถานการณ์ศึกษาได้ จึงทำให้เกิดนวัตกรรมที่ถูกต้องได้อยู่ 3 ประเด็นดังนี้ คือ (1) การสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (2) สื่อที่ใช้ในการสาธิตการปฏิบัติการทดลอง และ (3) การออกแบบการศึกษา จากข้อมูลที่ได้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้ (1) ผู้สอนต้องมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ศึกษา (2) ผู้สอนต้องเตรียมสื่อในการปฏิบัติการทดลองให้นักเรียนศึกษาระหว่างการดำเนินการทดลอง (3) ผู้สอนต้องให้คะแนนเสริมแรงกับนักเรียนที่ทำการศึกษากการทดลองล่วงหน้าผ่านการเขียนการเตรียมปฏิบัติการทดลองมาส่งก่อนดำเนินการกิจกรรม

เมื่อสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 5 คน คือ นักเรียนเลขที่ 4 7 8 9 และ 14 ที่เหลือไม่ผ่าน 2 คน ได้เข้ารับการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาและแนวทางการปรับปรุงการจัดกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการต่อไป

ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงการจัดกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติที่ 3

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน	1. ผู้สอนต้องมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ศึกษา
สื่อที่ใช้ในการสาธิตการปฏิบัติการทดลอง	1. ผู้สอนต้องเตรียมสื่อในการปฏิบัติการทดลองให้นักเรียนศึกษาระหว่างการดำเนินการทดลอง
การออกแบบการศึกษา	1. ผู้สอนต้องให้คะแนนเสริมแรงกับนักเรียนที่ทำการศึกษาการทดลองล่วงหน้าผ่านการเขียนการเตรียมปฏิบัติการทดลองส่งก่อนดำเนินการกิจกรรม

วงรอบปฏิบัติการที่ 3

ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 1 คน จากประเด็นปัญหาทั้ง 3 ประเด็นดังกล่าวในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้ให้คะแนนนักเรียนที่ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานก่อนล่วงหน้า โดยเขียนการเตรียมแลปส่งก่อนดำเนินการกิจกรรม 1 วัน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานมากขึ้น ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การคำนวณเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยจากร้อยละเป็นโมลต่อลิตร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายความเข้มข้น

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามแผนการเรียนรู้ 7-9 ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนที่ 2 สังเกต ขั้นตอนที่ 3 สะท้อนความคิด และขั้นตอนที่ 4 อธิบาย

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลอาศัยเครื่องมือดังนี้ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

3.1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จำนวน 2 ข้อ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียน คนที่	แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติบางประการ ของสารละลาย				ผลการ ประเมิน
	ข้อที่ 1		ข้อที่ 2		
	คะแนน เต็ม 4	ระดับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม 4	ระดับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์	
11	2	PS	3	PU	ไม่ผ่าน
16	4	SU	4	SU	ผ่าน
จำนวนผู้ผ่าน					1 คน

หมายเหตุ SU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ PU หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง SM หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน NU หมายถึง เข้าใจผิด

จากตารางที่ 19 แสดงระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 2 คน ซึ่งผู้ที่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 1 คน โดยมีแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 1 คน แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 นักเรียนมีระดับ

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 1 คน และมีผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 1 คน โดยมีแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 1 คน แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 1 คน

3.2 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

ประเด็นที่หนึ่ง ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น จากการสังเกต พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีส่วนร่วมในการตอบคำถามผู้สอน การทำหน้าที่ในกลุ่ม และการนำเสนอมากขึ้น เนื่องจากมีความคุ้นชินกับการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ศึกษาซึ่งเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน นำไปสู่การสร้างแบบจำลองที่ถูกต้องมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

“...คำถามที่ครูถามสนุกดีครับ อยากให้ครูถามแบบนี้เยอะ ๆ...”

(นักเรียนเลขที่ 11)

“...ผมชอบทำงานในการทดลองมาก ๆ...”

(นักเรียนเลขที่ 11)

ประเด็นที่สอง ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายบางคนมีความสับสนกับสถานการณ์ศึกษาที่มีความซับซ้อน จากการสังเกต พบว่า นักเรียนใช้เวลานานในการวิเคราะห์สถานการณ์ เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในโจทย์มีความซับซ้อน ผู้สอนมีการยกตัวอย่างสถานการณ์อย่างจำกัด และสื่อที่ใช้เป็นเพียงรูปภาพที่ขาดการจำลองการเคลื่อนไหวและการกระจายตัวของอนุภาคในสารละลาย ทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายบางคนต้องอาศัยเวลาในการเชื่อมโยงกับความรู้ประสบการณ์เดิมมากขึ้น ยกตัวอย่างบทสัมภาษณ์นักเรียนดังนี้

“...มันมีแค่รูปภาพ 3 มิติ เลยอยากให้ครูเพิ่มวิดีโอ 3 มิติ ที่เกี่ยวกับการทำงานของอนุภาคที่ส่งผลต่อจุดหลอมเหลวครับ...”

(นักเรียนเลขที่ 11)

“...โจทย์ในแบบวัดซับซ้อนมากครับ ผมอ่านแล้วไม่รู้จะเริ่มต้นจากตรงไหนเลย...”

(นักเรียนเลขที่ 11)

ซึ่งจากข้อมูลข้างต้น พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น คำถามมากขึ้น ทำให้มีการสะท้อนความคิดต่อสถานการณ์ศึกษา นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อน ด้วยการอาศัยการออกแบบการศึกษาหาความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำเสนอความคิดและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้เกิดแบบจำลองทางความคิดที่หลากหลายเพื่อประกอบการพิจารณาการปรับปรุงแบบจำลองของตนให้ถูกต้อง และการอธิบายเหตุผลต่อสถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจน ซึ่งส่งผลให้มีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวาระปฏิบัติที่ 3 มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไป 1 คน จากการสังเกตพฤติกรรมเฉพาะเจาะจงทั้ง 3 วาระปฏิบัติ พบว่า นักเรียนมักไม่ให้ความร่วมมือกับการทำกิจกรรม ไม่กระตือรือร้นในชั้นเรียน คัดลอกชิ้นงานในการนำเสนอ ไม่ปรึกษางานที่ได้รับมอบหมายกับเพื่อนร่วมชั้นทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน และมีหน้าที่ในกลุ่มแค่อำนวยความสะดวกกับเพื่อนร่วมกลุ่ม เช่น ระบายสีประกอบแบบจำลอง และการช่วยถือสื่อในการนำเสนอ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนในรายวิชาอื่น พบว่า นักเรียนไม่ค่อยส่งงาน ไม่ให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็น ไม่ค่อยบันทึกข้อมูล และไม่ค่อยปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งทำให้ได้การประเมินผลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เพราะไม่มีความตั้งใจ ไม่ให้ความร่วมมือกับกิจกรรม ไม่ค่อยทำแบบฝึกหัด และไม่บันทึกข้อมูล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ทั้ง 3 วาระปฏิบัติ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 16 คน พบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 15 คน มีความเข้าใจในสถานการณ์ที่ศึกษาโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม ด้วยกระบวนการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง โดยอาศัยเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกความจริงเข้ากับโลกเสมือน ซึ่งมีเพียงนักเรียนเป้าหมายหนึ่งคนที่ไม่ผ่านเกณฑ์

พูน ปณ จิต ชเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ให้อยู่ในระดับนวัตกรรมที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไป
2. เพื่อศึกษานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

สรุปผล

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อน-ความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับนวัตกรรมที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวนทั้งสิ้น 15 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 16 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย และเมื่อพิจารณาในแต่ละวงรอบปฏิบัติการพบว่า

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีผู้ผ่านเกณฑ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีผู้ผ่านเกณฑ์มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 5 คน คิดเป็นร้อยละ 71.42 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีผู้ผ่านเกณฑ์มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้น 1 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

2. ศึกษาโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง แต่ละวงรอบปฏิบัติการจากแบบวัดมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 ผลจากแบบวัดมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย ข้อที่ 1 มีนักเรียนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 5 คน มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 9 คน มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 1 คน และมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) 1 คน และข้อที่ 2 มีนักเรียนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 4 คน มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 6 คน และมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 6 คน

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผลจากแบบวัดมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเตรียมสารละลาย ข้อที่ 1 มีนักเรียนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 5 คน มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 10 คน และมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) 1 คน และข้อที่ 2 มีนักเรียนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 13 คน มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 2 คน และมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 1 คน

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 ผลจากแบบวัดมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย ข้อที่ 1 มีนักเรียนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 3 คน มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 12 คน และมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) 1 คน และข้อที่ 2 มีนักเรียนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) 6 คน และมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 10 คน

พูน ปณ จิต ชเว

อภิปรายผล

1. การพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการสามารถอภิปรายได้ดังนี้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มเป้าหมาย 16 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่าเมื่อสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปทั้งสิ้นจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด สามารถอธิบายได้ว่า เป็นผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และสะท้อนความคิดของผู้เรียนผ่านการสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เชื่อมโยงผลการสังเกตในระดับมหภาคและการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอม ไอออน หรือโมเลกุล (Tien, Teichert and Rickey, 1999) นำไปสู่การเข้าใจแนวคิดจากแนวคิดนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ถูกต้อง (Hard, 1997) นอกจากนี้การนำเทคโนโลยีเสมือนผลงานโลกความจริงในการศึกษา จะทำให้นักเรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่เป็นมิติใหม่ ๆ ให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมประกอบด้วย ภาพหรือโมเดล 3 มิติ จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการศึกษาสูงขึ้น (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2554) ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น (พิชญา เข้มทอง, ประนอม ขาวเมฆ และทองใบ สุขประเสริฐชัย, 2560) เมื่อวิเคราะห์ผลนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ พบว่า

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ปรากฏว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด อาจเป็นผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาศัยการใช้สื่อเทคโนโลยีอธิบายแนวคิดผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้นต่อสถานการณ์ศึกษา (จงกล บุญรอด, 2557 อ้างอิงจาก Rickey and Stacy, 2000) ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้เกิดการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระในระดับนามธรรมและรูปธรรม (Carillo, Lod and Rickey, 2005) และการเพิ่มสถานการณ์ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนมากขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดเบื้องต้นกับประสบการณ์เดิมอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น นำไปสู่การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนลดลง (พิชญา เข้มทอง, ประนอม ขาวเมฆ และทองใบ สุขประเสริฐชัย, 2560) สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย อาจเกิดจากปัจจัยสำคัญไม่ว่าจะเป็นการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามน้อย ไม่ผนวกชุดการทดลองในกิจกรรม (Mottox, Reisner and Rickey, 2006) เวลาที่จำกัด และ

กิจกรรมกลุ่มที่ไม่ละความสามารถ (Tien Rickey and Stacy, 1999) ทำให้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากตามสมควร และขาดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จึงยากต่อการติดตามแนวคิดต่อสถานการณ์ที่ศึกษา นำไปสู่สาเหตุการสร้างแบบจำลองทางความคิดที่คลาดเคลื่อน จากข้อจำกัดข้างต้นผู้วิจัยจึงนำไปปรับปรุงกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ปรากฏว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด อาจเป็นผลเนื่องจากการเรียนรู้ที่ผนวกชุดการทดลองและการกำหนดหน้าที่กับสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน ที่ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกคน ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับกับหลักการที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนสร้างแนวคิดตามหลักการที่ถูกต้องมากกว่าการจัดการเรียนรู้ปกติ (Carillo, Lod and Rickey, 2005) และการเพิ่มสถานการณ์ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ (สุพัตรา พรหมฤทธิ, 2562) นำไปสู่การเกิดความเข้าใจในแนวคิดต่อปรากฏการณ์ที่ศึกษามากขึ้น สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด อาจเกิดจากปัจจัยที่สำคัญไม่ว่าจะเป็นการขาดทักษะการคิดผ่านการศึกษาค้นคว้าและการทำงานตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจึงไม่สามารถสะท้อนที่หลากหลายนำไปสู่การเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ลดลง (Carillo, Lee and Rickey, 2005) ทำให้มีผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ผู้เรียนไม่มากตามสมควร จากข้อจำกัดข้างต้นผู้วิจัยจึงนำไปปรับปรุงกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ปรากฏว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด อาจเป็นผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่อาศัยการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เพื่อให้ได้มาเป็นข้อสรุป โดยใช้แบบจำลองแทนแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ศึกษาที่เป็นนามธรรมออกมาเป็นแนวคิดที่เป็นรูปธรรม นำไปสู่การแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสะท้อนความคิดที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนสามารถอธิบายได้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (Tien, Teichert and Rickey, 1999) และการยกตัวอย่างสถานการณ์ศึกษาที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์เดิม ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลได้รับมาคาดคะเนกับสถานการณ์ที่ศึกษาใหม่ได้ดียิ่งขึ้น (Mottox, Reisner and Rickey, 2006)

สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไปจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 ของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด อาจเกิดจากปัจจัยที่สำคัญไม่ว่าจะเป็นการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่มากตามสมควร ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจึงเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนต่อสถานการณ์ที่ศึกษา (Moutinho at al, 2017) พร้อมกับเนื้อหาสาระที่ค่อนข้างยาก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลที่ได้รับลดลง นำไปสู่การพัฒนาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่มากตามสมควร (จิรวรรณ เกษสิงห์, 2562)

ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า มีนักเรียนจำนวน 1 คนไม่ผ่านเกณฑ์ระดับบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เกิดมาจากหลายปัจจัยสำคัญ ทั้งสภาพแวดล้อมของบุคคลที่ไม่ให้ความร่วมมือและกระตือรือร้นในกิจกรรม การวัดและประเมินผลที่ไม่เหมาะสมกับบริบท เช่น กำหนดสถานการณ์ศึกษาไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน (Gilbert, 2004) และการดำเนินกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีสื่อภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จึงไม่เกิดการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จากข้อมูลดังกล่าว ซึ่งสามารถสรุปประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ 2 ประเด็นคือ 1) ความเข้าใจของผู้สอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ไม่มากพอ 2) ความตั้งใจของตัวผู้เรียนเอง

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย สามารถพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้ เพราะการจัดการเรียนรู้ที่เสริมให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่หลากหลายให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านแบบจำลองที่การเชื่อมโยงหลักการความรู้กับสถานการณ์ที่ศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพทางความคิดสูงขึ้น (พนิดา ดันศิริ, 2553) นำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัศยา สืบสน และกานต์รัตน์ วุฒิสเลา (พัศยา สืบสน และกานต์รัตน์ วุฒิสเลา, 2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ด้วยกลวิธีแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย จะช่วยให้นักเรียนมีมโนคติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากร้อยละ 19.84 เป็น 67.50 โดยมีมโนคติวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 1.43 เป็นร้อยละ 57.43 ในการสอบหลังเรียน ในขณะที่มโนคติคลาดเคลื่อนและมโนคติที่ผิดพลาดจากก่อนเรียนร้อยละ 44.86 และ 53.71 เป็นร้อยละ 34.57 และ 8.00 ในการสอบหลังเรียนตามลำดับ และการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกภรณ์ ทรวดทรง (กนกภรณ์ ทรวดทรง, 2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมทักษะการสร้างแบบจำลอง และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการ

เรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สารละลาย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ 1) สร้างแบบจำลอง 2) แสดงแบบจำลอง 3) ทดสอบแบบจำลอง 4) ประเมินแบบจำลอง โดยนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้ในขั้นตอนที่ 3 เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้เป็นรูปธรรม ทั้งนี้ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะด้านการสร้าง การประเมิน การปรับปรุง และการนำแบบจำลองไปใช้ได้ อีกทั้งทักษะเหล่านี้ยังช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่อง สารละลาย และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถพัฒนามโนทัศน์นักเรียนได้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดที่นำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยอาศัยกระบวนการหาความรู้ด้วยหลักทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชญา เข้มทอง, ปราณอม ขาวเมฆ และทองใบ สุขประเสริฐชัย (พัชญา เข้มทอง, ปราณอม ขาวเมฆ และทองใบ สุขประเสริฐชัย, 2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อน-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลลิตี้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนมีแนวคิดที่คาดเคลื่อนร้อยละ 30.88 หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องร้อยละ 60.00

2. ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ สามารถอภิปรายได้ดังนี้

ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU), มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ตามลำดับเมื่อวิเคราะห์ละเอียดแต่ละวงรอบ พบว่า

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ซึ่งนักเรียนทุกคนอยู่สูงกว่าเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) ทุกคน แบ่งเป็น ข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 56.25 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และในข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) คิดเป็นร้อยละ 37.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ซึ่งนักเรียนทุกคนอยู่สูงกว่าเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM)

ทุกคน แบ่งเป็น ข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และในข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ซึ่งมีระดับลดลงจากวงรอบที่ 2 แต่นักเรียนทุกคนอยู่สูงกว่าเกณฑ์ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกบางส่วนคลาดเคลื่อนบางอย่าง (PS) ทุกคน นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ลดลงเนื่องจากเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 เป็นเนื้อหาที่ยาก ทำให้ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ลดลงจากวงรอบปฏิบัติการที่ 2 แบ่งเป็น ข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และในข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกลุ่มด้วยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสะท้อนความคิดการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาผ่านการสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พยาน ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างนามธรรมและรูปธรรม (Tien, Teichert and Rickey, 1999) นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในกระบวนการเรียนรู้จะให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์ในมิติใหม่ ๆ เช่น ภาพหรือโมเดล 3 มิติ ส่งเสริมการเข้าใจในสิ่งที่ต้องการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชญา เข้มทอง, ปราณอม ขาวเมฆ และทองใบ สุขประเสริฐชัย (พัชญา เข้มทอง, ปราณอม ขาวเมฆ และทองใบ สุขประเสริฐชัย, 2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อน-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์เดดเรียลลิตี้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนร้อยละ 30.88 หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องร้อยละ 60.00 ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าสามารถพัฒนาแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ไปสู่แนวความคิดที่ถูกต้องได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เวลาในการดำเนินกิจกรรมในแผนการเรียนรู้ที่ 1-3 ควรมีการวางแผนจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ

1.2 ผู้สอนต้องอธิบายเนื้อหาอย่างละเอียด ไม่กระชับจนเกินไป

1.3 ควรมีการนำสถานการณ์ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและบริบทของนักเรียนมากที่สุด

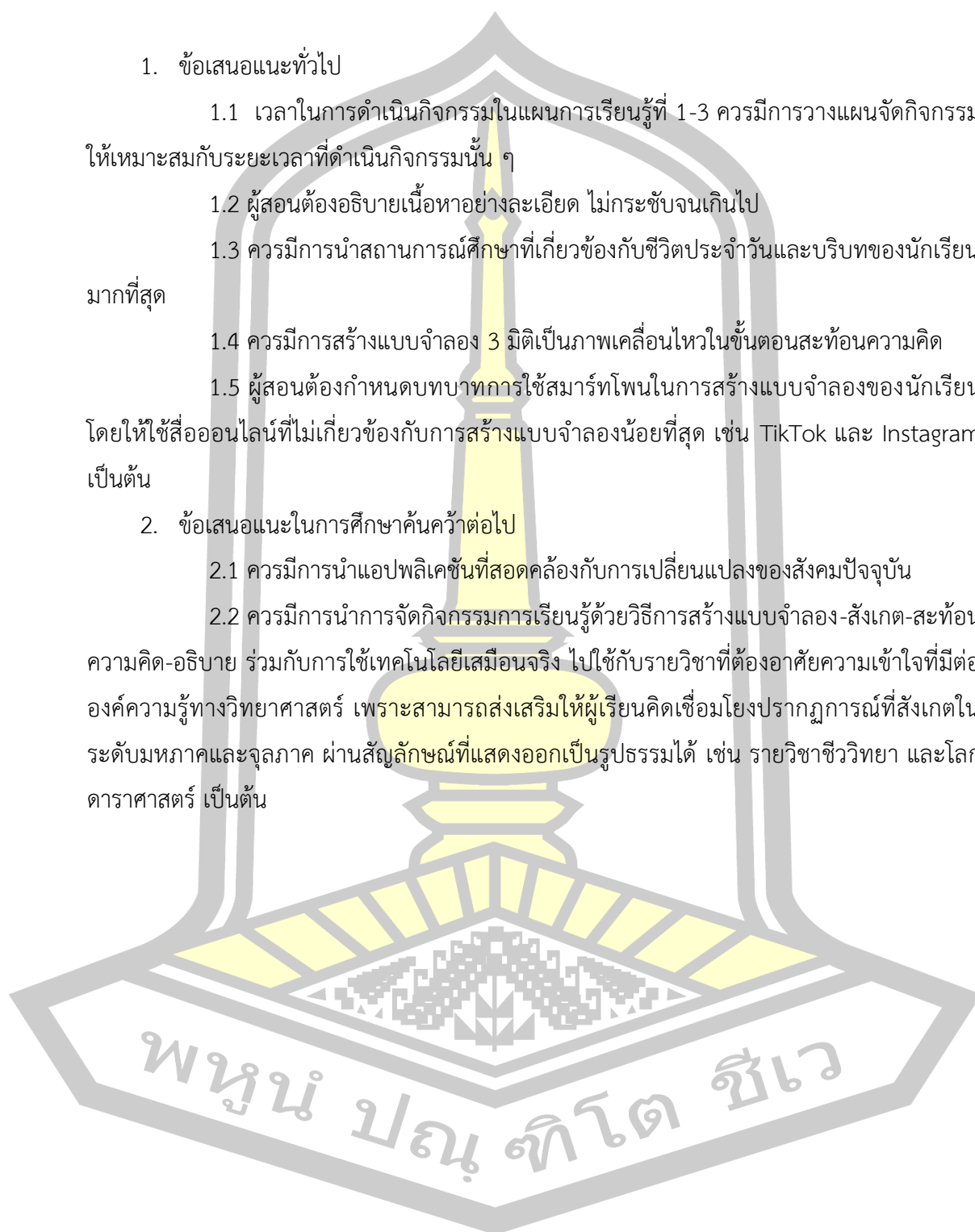
1.4 ควรมีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติเป็นภาพเคลื่อนไหวในขั้นตอนสะท้อนความคิด

1.5 ผู้สอนต้องกำหนดบทบาทการใช้สมาร์ทโฟนในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน โดยให้ใช้สื่อออนไลน์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองน้อยที่สุด เช่น TikTok และ Instagram เป็นต้น

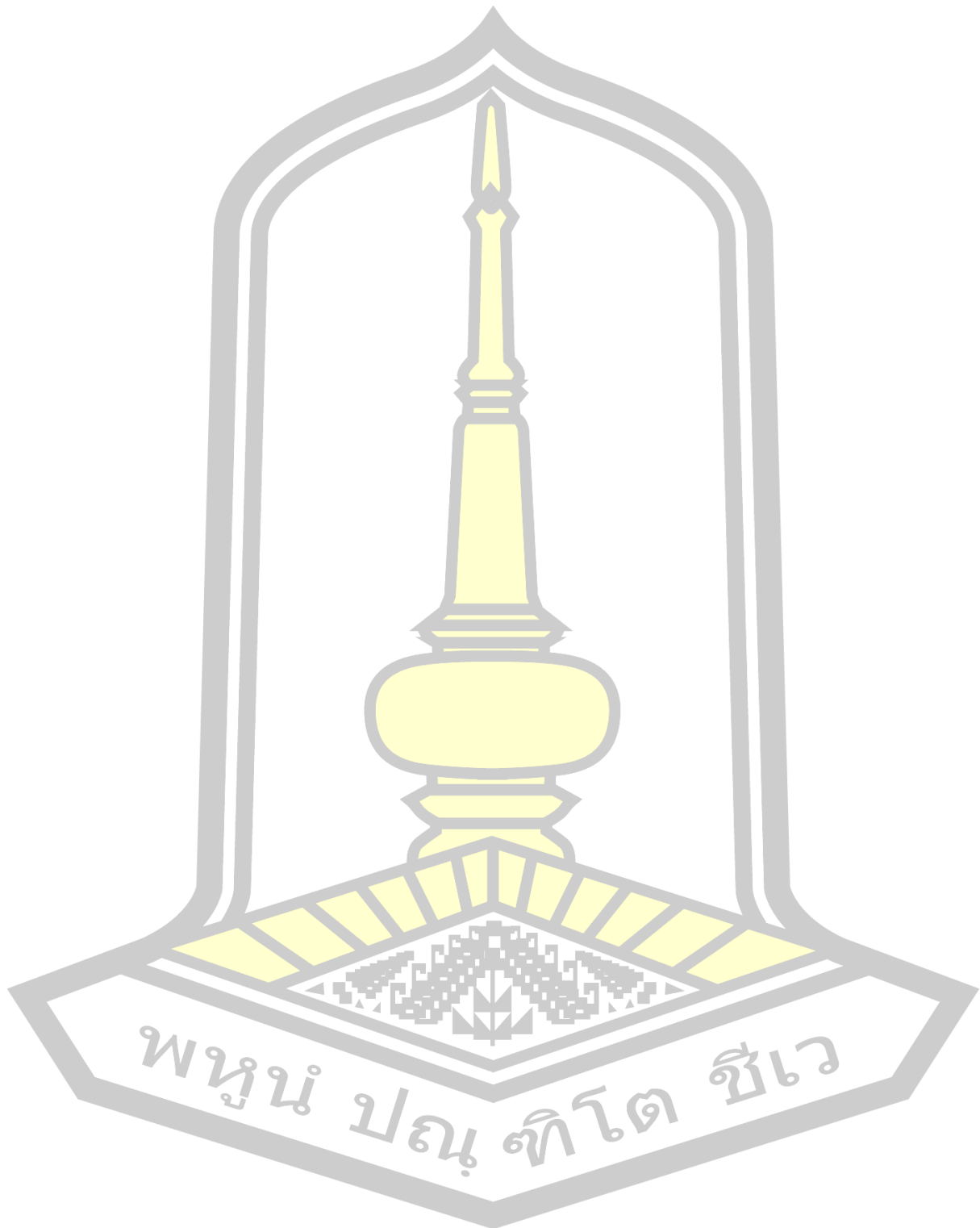
2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการนำแอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมปัจจุบัน

2.2 ควรมีการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ไปใช้กับรายวิชาที่ต้องอาศัยความเข้าใจที่มีต่อองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่สังเกตในระดับมหภาคและจุลภาค ผ่านสัญลักษณ์ที่แสดงออกเป็นรูปธรรมได้ เช่น รายวิชาชีววิทยา และโลกดาราศาสตร์ เป็นต้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กนกภรณ์ ทรวทรวง. (2563). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ส่งเสริมทักษะการสร้างแบบจำลองและมโนทัศน์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 47-56.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). *การคิดเชิงมโนทัศน์ (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.
- จกกล บุญรอด. (2557). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จตุพร พงศ์พิระ, และ ประสาท เนืองเฉลิม. (2560). รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารราช*, 15(3), 24-35.
- จิรวรรณ เกษสิงห์. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์: วิถีปฏิบัติสู่การพัฒนาตนเอง. จรัสสินทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.
- ชุตี สันต์ เกิดวิบูลย์เวช . (2554). *โลกเสมือน ผสานโลกจริง . เข้าถึงได้จาก* <https://info.got.manager.com/news/printnen.aspx?d>
- ฐณธรณ์ กันโท. (2563). การประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ ร่วมกับแอนิเมชันเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนศึกษาตอนต้น เรื่อง การแยกสาร. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณัฐกานต์ ภาควรต. (2557). *การพัฒนาแบบการจัดการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการการศึกษามโนทัศน์ เพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์ . วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.*
- ดุสิต ขาวเหลือง, และ อภิชาติ อนุกุลเวช. (2561). โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษา ที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 30(3), 16-29
- ทรงพล ชันชัย. (2554). *การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมกรณีศึกษาแบบหลายมาร์คเกอร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่ .*
doi:https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/CMU.res.2011.84

- บุญชม ศรีสะอาด. (2552). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา*. กทม.: ประสานการพิมพ์.
- ประวิต เอราวรรณ์. (2545). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ACTION RESEARCH*. กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ จำกัด.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2561). *วิจัยเชิงปฏิบัติการทางการเรียน*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาธรรม.
- เปรมสิณี ช่างยา, และ ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 13(1), 170-182.
- พนิดา ตันศิริ. (ม.ป.ป.). "โลกเสมือนผสานโลกจริง Augment Reality". *Executive Journal*.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พัศยา สืบสน. (2558). การสำรวจมโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติการนำไฟฟ้าและรูปร่างของสารโคเวเลนต์ โดยใช้เทคนิคแบบจำลอง สังเกต สะท้อนความคิด อธิบาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*.
- พัศยา สืบสน, และ กานต์ตตะรัตน์ วุฒิสเลา. (2558). การพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล โดยกลวิธีจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 6(2), 83-97.
- พิชญา เข้มทอง, ปราณอม ขาวเมฆ, และ ทองใบ สุขประเสริฐชัย. (2560). *การพัฒนาแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์โดยกลวิธีจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลลิตี*. การจัดประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ.
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2556). *เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่อง แนวคิดในการผลิตสื่อความจริงเสมือน (Augmented Reality)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- รจนา ศรีพัฒนาพันธุ์เลิศ, รุ่งอรุณ บีโซ่, และ วิระภรณ์ ไหมทอง. (2564). สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ. *วารสารครูศึกษา*, 51-62.
- เลิศนารี รอดกำเนิด, และ ชลาธิป สมานทิโต. (2559). ผลการจัดประสบการณ์แบบโครงการโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในการใช้แหล่งความรู้ในท้องถิ่นจังหวัดสมุทรสงครามที่มีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(1), 93-100.
- วรรณทิพา เพ็ชรช่วย. (2557). *อุปราคา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การพัฒนาสื่อความจริง*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วง 14 ปีที่ผ่านมา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ปริทัศน์ฉบับพิเศษ*, 91-180.

- วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชพล พรหมมาศ, และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ. (2552). *การศึกษาเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลลิตี้ : กรณีศึกษาพัฒนาเกมส์ “เมมการ์ด”*. โครงการงานสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2554). การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกความจริง. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 13(2), 119-127.
- วีระยุทธ์ ขาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 43.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2532). *เอกสารวิธีการสอนเรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีอีดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 6*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ.
- สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง. (2554). *การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสมือนจริง พยาชนะภาษาไทย*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพัตรา พรหมฤทธิ. (2562). *ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการไทเทรต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลองสังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับ*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุวิษญาน์ บุญโท, อุไร พรหมมาวัน, และ จิตินันท์ ธรรมโลม. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเลยพิทยาคม โดยใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง. *วารสารครุศาสตร์*, 14(1), 12-26.
- สุวิทย์ มูลคำ, และ อรทัย มูลคำ. (2545). 21 *วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อการพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

- สุวิมล ว่องวานิช. (2552). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- หนึ่งฤทัย แสงทอง. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Observe-Reflex-Explain (MORE) ร่วมกับผังกราฟิก ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สามลดา.
- อดิศักดิ์ มหาวรรณ. (2556). *AR หรือ Augmented Reality คือ?* เข้าถึงได้จาก <http://edutechno-google.blogspot.com/2013/05/ar-augmented-reality.html>
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (ม.ป.ป.). *หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อิสราณัฐ ชุกกลิน. (2563). *การพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการประเมินทางเลือก*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Adams, C. (2004). The ethical, social and environmental reporting-performance portrayal gap. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 17(5), 731-757. doi:<https://doi.org/10.1108/09513570410567791>
- Anderson, R., & Faust, G. (1973). *Educational psychology The science of instruction and learning*. New york: Harper & Row Publisher.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Rinehart and Winston.
- Barak, M., & Hussein Farraj, R. (2013). Integrating Model-Based Learning and Animations for Enhancing Students' Understanding of Proteins Structure and Function. *Research in Science Education*, 619-636.
- Caeillo, C., Lee, C., & Reicky, D. (2005). Enhancing science teaching by doing : A framework to guide chemistry student's thinking in the laboratory. 72, 60-64.
- Camelia, M., Adrian, I., & Deniela, G. (2020). Learn Chemistry with Augmented Reality. *Procedia Computer Science*.
- Cockbum, A., & Littler, G. (2010). *The Upper Students Conceptions and Misconceptions about Photosynthesis in Khon Kaen*. SEAMORECSAM.

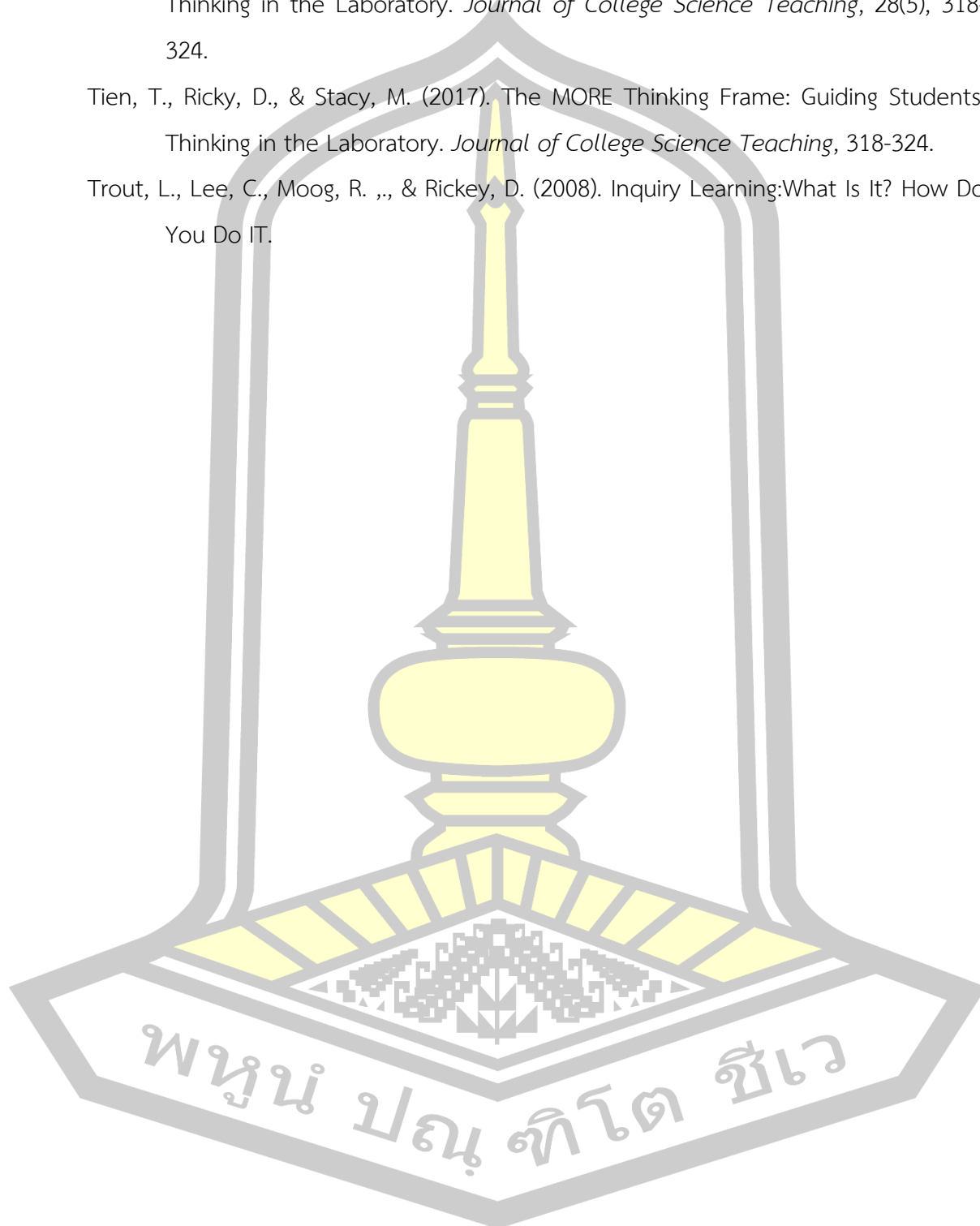
- Coştu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*.
- De Cecco, J., & Creawford, W. (1974). *The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology (2nd ed.)*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Duffy, T. M., & Cunningha, D. (1996). *CONSTRUCTIVISM: IMPLICATIONS FOR THE DESIGN AND INDIANA*: INDIANA UNIVERSITY.
- Elliott, S., Kratochwill, T., Littlefield Cook, J., & Travers, J. (2000). *Effective teaching, effective learning (3rd)*. Boston: McGraw-Hill College.
- Gilbert, J. (2005). Visualization in science education. Netherlands: springer.
- Gilbert, J., Boulter, C., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. *Developing Models in Science Education*, 3-17.
- Haidar. (1997). Prospective Chemistry Teachers' Conceptions of the Conservation of Matter and Related Concepts. *journal of research in science teaching* , 171-197.
- Hurd, P. (1970). Scientific Enlightenment for an Age of Science. *in The science* , 37-13.
- Inoue, N. (2015). *Beyond Actions: Psychology of Action Research for Mindful Educational Improvement*. New York: Peter Lang.
- Jacobson, W., & Bergman, A. (1999). *Science for Children a Book for Teacher (3rd ed.)*. Englewood Cliffts. New Jersey: Prentice Hall.
- Johnstone, A. (1993). Inttroduction. In Wood C. and Sleet R.(Eds.), *Creative problem solving*. London: Society o Chemistry.
- Marek, E., Eubanks, C., & Gallaher, T. (1990). Teachers' understanding and the use of the learning cycle. *Journal of Research in science Teaching*, 27, 821-834.
- Matreo, B., & Edlyn. (2015). The Effectiveness of using Model- Observe-Reflex-Explain(MORE) Thinking Frame To Improve The Performance in high School Chemistry. *International Journal of Technical Research and Application*, 14-18.

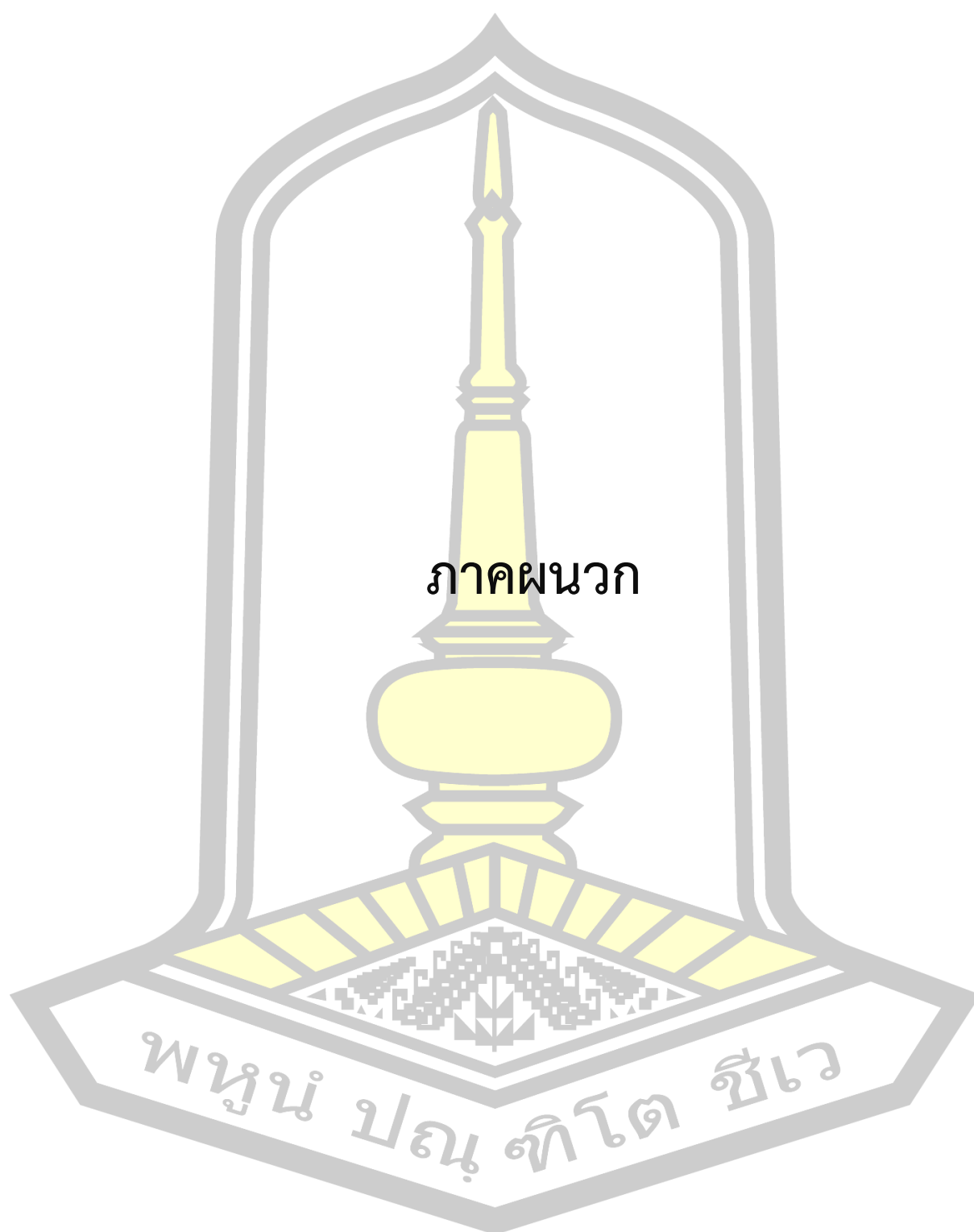
- Mattox, A., Reisner, B., & Rickey, D. (2006). What happens when chemical compounds are added to water? An introduction to the Model-Observe-Reflect-Explain (MORE) Thinking. *Journal of Chemical Education* in press.
- Mckernan, J. (1996). *Curriculum action research : a handbook of methods and resources for the reflective practitioner*. Kogan page: Oxford.
- Moutinho, s., Moura, R., & Vasconcelos, C. (2017). Contribution of model-based learning to the restructuring of graduation students' mental on natural hazards. *Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 3043-3068.
- Munasir, P., & Suprpto, N. (2021). Enhancing Students' Science Communication Skill: Validation of Learning Tools Based MORE Learning Model. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Nitko, A., & Brookhart, S. (2007). *Educational Assessment of Students*. 5th ed. New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Nitko, A., & Brookhart, S. (2007). Instructional influence of a molecular-level-pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of research in science Teaching*, 34(2), 199-217.
- Nualsaard, K. (2021). *Manual ASSEMBLR program*. Retrieved from Retrieved from Manual ASSEMBLR: <https://fliphtml5.com/aqcjw/vwtw>
- Orgill, M., & Bordner, G. (2004). What research tells us about using analogies. *Journal of Chemical Education*, 15-32.
- Osborne, R., & Wittrock, M. (1993). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Rickey, D. (1999). *The effects of laboratory curriculum and instruction on undergraduate students' understanding of chemistry*. Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley, CA.
- Taufanny, P., Munasir, & Suprpto, D. (2020). *ENHANCING STUDENTS' SCIENCE COMMUNICATION SKILLS THROUGH MORE LEARNING MODEL*. Jurnal Penelitian Pendidikan Sains.

Tien, L., Rickey, D., & Stacy, A. (1999). The MORE Thinking Frame: Guiding Students' Thinking in the Laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 28(5), 318-324.

Tien, T., Ricky, D., & Stacy, M. (2017). The MORE Thinking Frame: Guiding Students' Thinking in the Laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 318-324.

Trout, L., Lee, C., Moog, R. ., & Rickey, D. (2008). Inquiry Learning:What Is It? How Do You Do IT.









บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / ว718

วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ

ด้วย นายนันทพงศ์ วัตวิเศษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ ไกรจ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / ว718

วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.มังกร ศรีสะอาด

ด้วย นายณัฏพงค์ วัฒวิเศษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ ไกรจ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พูน ปณ จิตโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2) / ว718

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

24 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายโกศล สีสังข์

ด้วย นายนันทพงศ์ วัฒนวิเศษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ ไกรจ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0616903479

พูน ปณ ทัโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2) / ๖718

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

24 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางรัตนา ลครร่ำ

ด้วย นายนันทพงศ์ วัตวิเศษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญรัตน์ ไกรจง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิส 0616903479

พูน ปณ จิต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2) /

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

24 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายชุมพล ชารีแสน

ด้วย นายณัฏพงศ์ วัฒนวิเศษ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ ไกรจ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสืออ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

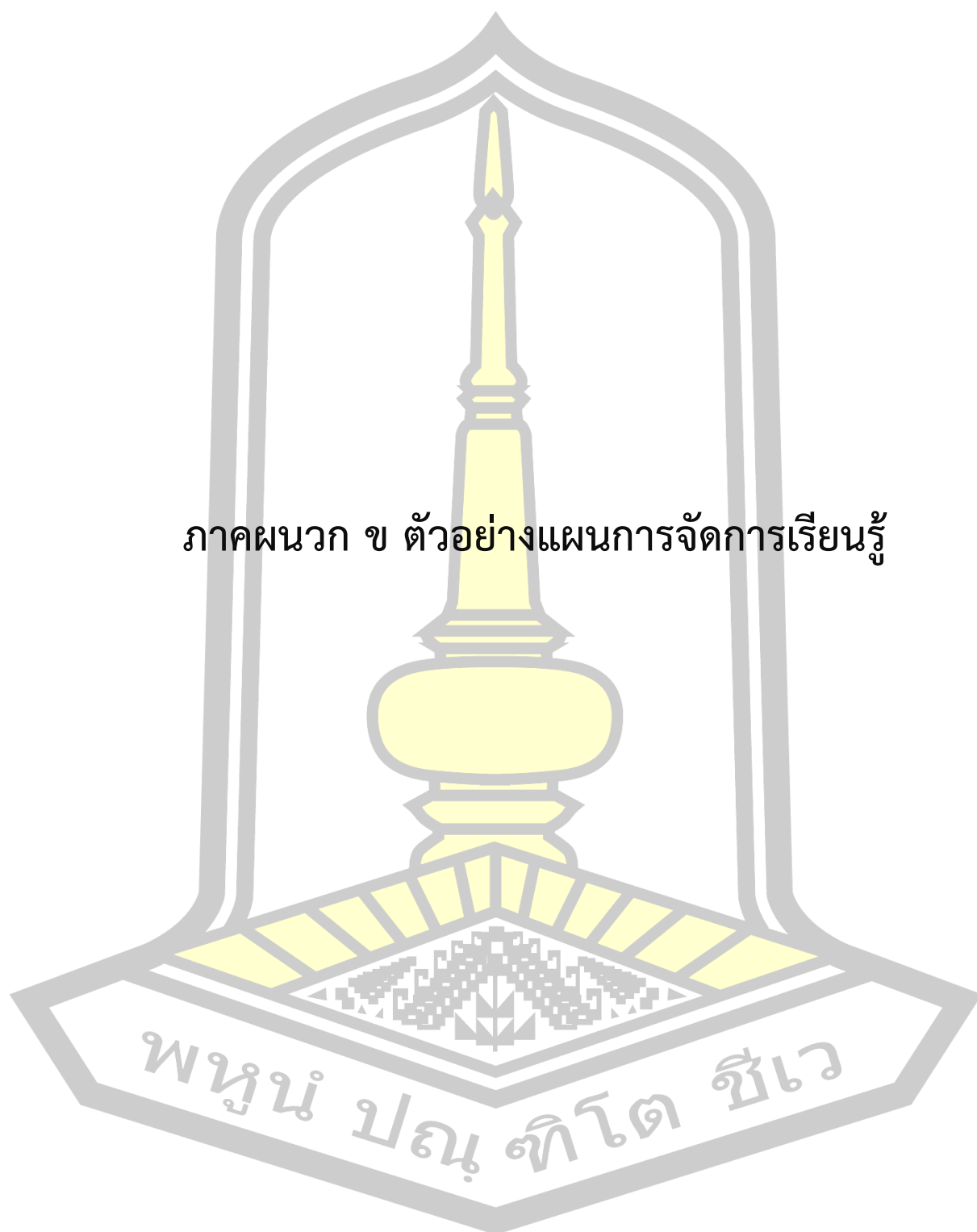
งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0616903479

พูน ปณ ทัต ชีเว

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ว31222 เคมี 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ เวลาเรียน 2 ชั่วโมง ผู้สอน นายนันทพงศ์ วัชรวิเศษ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี 3 เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

2. ผลการเรียนรู้

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ

3. สาระสำคัญ

ร้อยละหรือส่วนในร้อยส่วน (percentage) เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อร้อยละของ สารละลาย จำแนกได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวล (\% w/w)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$$

ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % g ตัวละลาย/g สารละลาย

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร (\% v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$$

ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % mL ตัวละลาย/mL สารละลาย

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (\% w/v)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$$

ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกรัม ปริมาตรของสารละลายจะเป็นมิลลิลิตรจะได้หน่วยเป็น % g ตัวละลาย/mL สารละลาย

ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกิโลกรัม ปริมาตรของสารละลายจะเป็นลิตรจะได้หน่วยเป็น % kg ตัวละลาย/L สารละลาย

พจนานุกรมศัพท์เคมี

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ

1. นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้

ด้านคุณลักษณะ

1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

5. สาระการเรียนรู้

ความเข้มข้นของสารละลาย

6. กระบวนการเรียนรู้ : การจัดการเรียนด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

6.1 ขั้นสร้างแบบจำลอง (Model) (15 นาที)

- 6.1.1 ครูถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงในเรื่อง สารละลาย ด้วยคำถามดังนี้

6.1.1.1 สารละลายคืออะไร (แนวคำตอบ สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวที่เป็นของผสมของสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ประกอบไปด้วยตัวถูกละลายและตัวทำละลาย)

- 6.1.2 ครูถามเพื่อทบทวนเรื่อง สารละลาย ด้วยคำถามว่า

6.1.2.1 สารเคมีหลายชนิดเมื่อนำมาใช้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารละลาย จึงอยากทราบว่าสารละลายมีกี่สถานะ และมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส)

6.1.2.2 ทองเหลือง น้ำเกลือ และอากาศ เป็นสารละลายที่อยู่ในสถานะอะไร (แนวคำตอบ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส)

6.1.2.3 จงระบุตัวละลายและตัวทำละลายของสารละลายทองเหลืองและแก๊สออกซิเจนในอากาศที่มีสถานะตัวละลายและตัวทำละลายเหมือนกัน (แนวคำตอบ ทองเหลืองมีสังกะสีเป็นตัวละลายและมีทองแดงเป็นตัวทำละลาย แก๊สออกซิเจนในอากาศ มีแก๊สออกซิเจนเป็นตัวละลายและมีแก๊สไนโตรเจนเป็นตัวทำละลาย)

6.1.2.4 จงระบุตัวละลายและตัวถูกละลายของสารละลายน้ำเชื่อมที่มีสถานะตัวละลายและตัวทำละลายต่างกัน (แนวคำตอบ น้ำเชื่อม มีน้ำตาลเป็นตัวละลายและน้ำเป็นตัวทำละลาย)

- 6.1.3 ครูตั้งกลุ่ม 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยละความสามารถ

6.1.4 ครูปั้นดินน้ำมัน 2 สี ประกอบด้วย สีแดง 2 ก้อน และสีเขียว 8 ก้อน (สมมติให้ 1 ก้อน 1 กรัม) แล้วถามนักเรียนว่า

6.1.4.1 ถ้านำดินน้ำมันมาผสมกันเป็นสารละลาย สีไหนเป็นตัวทำละลาย สีไหนเป็นตัวละลาย (แนวคำตอบ สีแดงเป็นตัวละลาย สีเขียวเป็นตัวทำละลาย)

6.1.4.2 จำนวนของสารละลายที่ผสมกันมีค่ากี่กรัม (แนวคำตอบ 10 กรัม)

6.1.4.3 ความเข้มข้นของสีแดง คิดเป็นอัตราส่วนของสารละลายเท่าไร (แนวคำตอบ 4/10)

6.1.5 ครูใช้น้ำสีแดง 10 mL และน้ำมันมาผสมกันจนได้สารละลาย 40 mL แล้วถามนักเรียนว่า

6.1.5.1 ในสารละลายนี้มีตัวละลาย และตัวทำละลายคืออะไร (แนวคำตอบ น้ำสีแดงเป็นตัวละลาย และน้ำเป็นตัวทำละลาย)

6.1.5.2 ความเข้มข้นของน้ำสีแดง คิดเป็นอัตราส่วนของสารละลายเท่าไร (แนวคำตอบ 1/4)

6.1.6 ครูปั้นดินน้ำมัน 10 ก้อน (1 ก้อนหนัก 1 กรัม) ในปิกเกอร์ และเติมน้ำลงไปในปิกเกอร์จนได้ปริมาตรสารละลาย 40 mL แล้วถามนักเรียนว่า

6.1.6.1 ถ้านำดินน้ำมันมาผสมกับน้ำเป็นสารละลาย ตัวทำละลายและตัวละลายในสารละลายนี้คืออะไร (แนวคำตอบ ดินน้ำมันเป็นละลาย และน้ำเป็นตัวทำละลาย)

6.1.6.2 ความเข้มข้นของดินน้ำมัน คิดเป็นอัตราส่วนของสารละลายเท่าไร (แนวคำตอบ 1/4)

6.1.7 ครูกำหนดสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนทุกกลุ่มศึกษาด้วยเทคนิค Brain storming พร้อมบันทึกแนวคิดของกลุ่มที่ได้จากการตอบคำถามที่ครูกำหนดให้ลงในแอปพลิเคชัน padlet

6.1.8 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ให้นักเรียนรายบุคคล ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นผ่านการวาดรูปเป็น 2 มิติพร้อมอธิบาย โดยสามารถปรึกษาสมาชิกในกลุ่มได้

6.2 ขั้นสังเกต (Observe) (40 นาที)

6.2.1 ครูถามนักเรียนเพื่อเข้าเรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ด้วยคำถามว่า

6.2.1.1 จากข้อ 6.1.4 หากความเข้มข้นของดินน้ำมันสีแดงคิดเป็นอัตราส่วนของสารละลายเป็น 4/10 นักเรียนคิดว่าดินน้ำมันสีแดงมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด (สมมุติว่า 1 ก้อนเท่ากับ 1 กรัม)

(แนวคำตอบ ในสารละลาย 10 กรัม มีสีแดงอยู่ 2 กรัม)

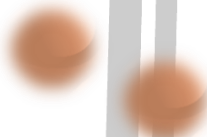
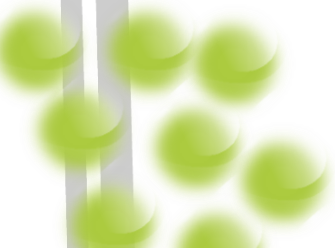
หากในสารละลายมี 100 กรัม จะมีสีแดงอยู่เท่าไร = $\frac{2 \text{ กรัม สีแดง} \times 100 \text{ กรัม สารละลาย}}{10 \text{ กรัม สารละลาย}} = 20$

6.2.1.2 เราจะเรียนหน่วยความเข้มข้นนี้ว่าอะไร (แนวคำตอบ ร้อยละโดยมวล)

6.2.1.3 สร้างแบบจำลองของสารละลายดินน้ำมันโดยใช้สัญลักษณ์ตัวแทนของอนุภาคที่กำหนดให้ (วาดและอธิบาย)

อนุภาคดินน้ำมันสีแดง	อนุภาคสารละลายดินน้ำมัน	อนุภาคดินน้ำมันสีแดง
		
แทน ดินน้ำมันสีแดง 1 กรัม		แทน ดินน้ำมันเขียว 1 กรัม

(แนวคำตอบ

อนุภาคดินน้ำมันสีแดง	อนุภาคสารละลายดินน้ำมัน	อนุภาคดินน้ำมันสีแดง
		
แทน ดินน้ำมันสีแดง 1 กรัม		แทน ดินน้ำมันเขียว 1 กรัม

6.2.1.4 จากที่กล่าวมานักเรียนสามารถใช้สูตรการคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลได้จากสูตรอะไร

$$\text{(แนวคำตอบ ร้อยละโดยมวล (\% w/w))} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$$

ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % g ตัวละลาย/g สารละลาย)

6.2.1.5 จากข้อ 6.1.5 หากความเข้มข้นของน้ำสีแดงคิดเป็นอัตราส่วนของสารละลายเท่ากับ 1/4 นักเรียนคิดว่าน้ำสีแดงมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด

(แนวคำตอบ ในสารละลาย 40 mL มีน้ำสีแดงอยู่ 10 mL

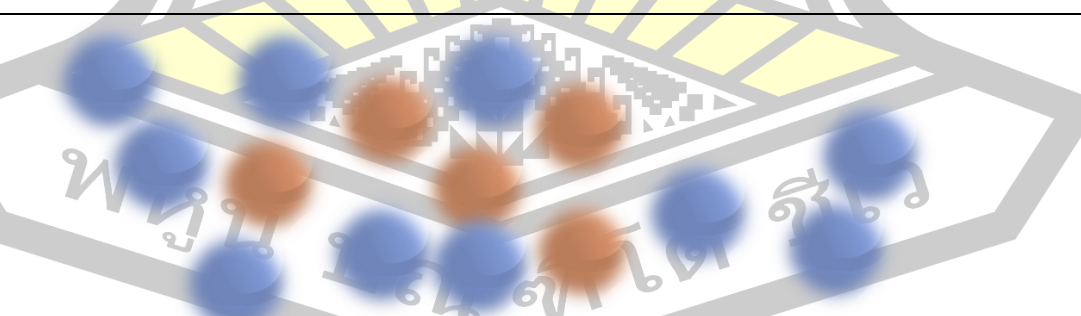
หากในสารละลายมี 100 mL จะมีน้ำสีแดงอยู่เท่าไร = $\frac{10 \text{ mL น้ำสีแดง} \times 100 \text{ mL สารละลาย}}{40 \text{ mL สารละลาย}} =$
25)

6.2.1.6 เราจะเรียนหน่วยความเข้มข้นนี้ว่าอะไร (แนวคำตอบ ร้อยละโดยปริมาตร)

6.2.1.7 สร้างแบบจำลองของสารละลายดินน้ำมันโดยใช้สัญลักษณ์ตัวแทนของอนุภาคที่กำหนดให้ (วาดและอธิบาย)

สารละลาย	
	แทน น้ำสีแดง 2 mL
	แทน สารละลาย 4 mL

แนวคำตอบ

สารละลาย	
	

6.2.1.8 จากที่กล่าวมานักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถใช้สูตรการคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยปริมาตรได้จากสูตรอะไร

$$(\text{แนวคำตอบ ร้อยละโดยปริมาตร (\% v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$$

ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % mLตัวละลาย/mL สารละลาย)

6.2.1.9 จากข้อ 6.1.6 ความเข้มข้นของดินน้ำมัน คิดเป็นอัตราส่วนของสารละลาย เท่ากับ 1/4 นักเรียนคิดว่าดินน้ำมันมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด

(แนวคำตอบ ในสารละลาย 40 mL มีดินน้ำมันอยู่ 10 กรัม

$$\text{หากในสารละลายมี 100 mL จะมีดินน้ำมันอยู่เท่าไร} = \frac{10 \text{ กรัม ดินน้ำมัน} \times 100 \text{ mL สารละลาย}}{40 \text{ mL สารละลาย}} \\ = 25)$$

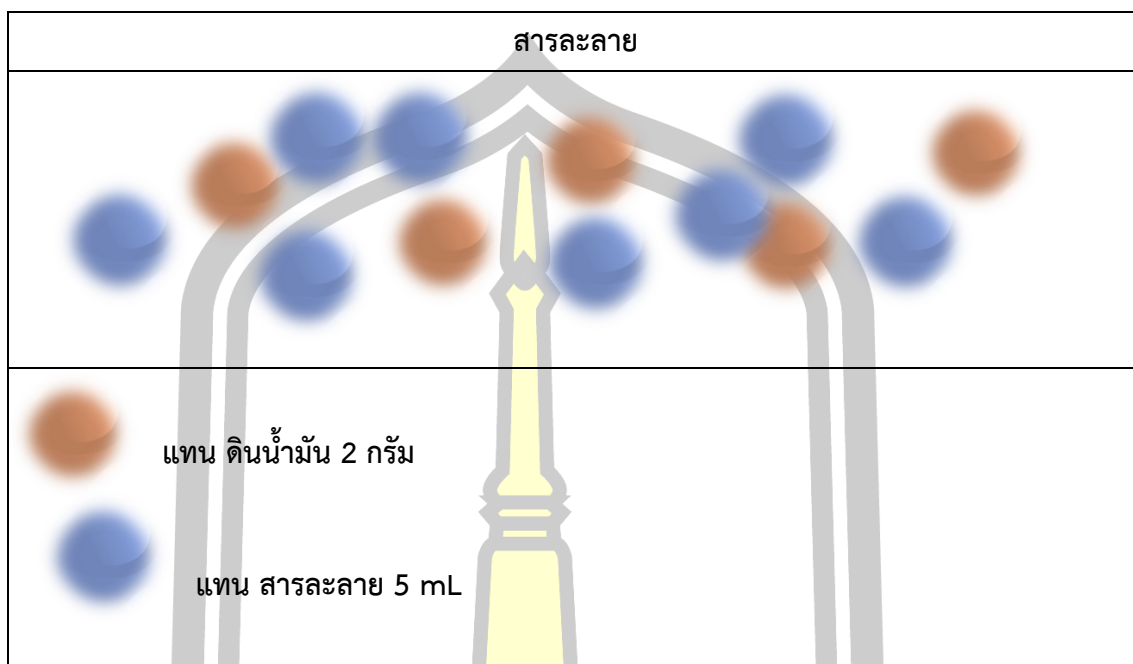
6.2.1.10 เราจะเรียนหน่วยความเข้มข้นนี้ว่าอะไร (แนวคำตอบ ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร)

6.2.1.11 สร้างแบบจำลองของสารละลายดินน้ำมันโดยใช้สัญลักษณ์ตัวแทนของอนุภาคที่กำหนดให้ (วาดและอธิบาย)

สารละลาย
 แทน ดินน้ำมัน 2 กรัม  แทน สารละลาย 5 mL

พูน ปณ ทิโต ชีเว

แนวคำตอบ



6.2.1.12 จากที่กล่าวมานักเรียนสามารถใช้สูตรการคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรได้จากสูตรอะไร

(แนวคำตอบ ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(% w/v) $= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$)

ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกรัม ปริมาตรของสารละลายจะเป็นมิลลิลิตรจะได้หน่วยเป็น % g ตัวละลาย/mL สารละลาย

ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกิโลกรัม ปริมาตรของสารละลายจะเป็นลิตรจะได้หน่วยเป็น % kg ตัวละลาย/L สารละลาย)

6.2.2 ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ

6.2.3 ให้นักเรียนทุกกลุ่มทำใบงานที่ 1 รายบุคคล และการสะท้อนผลของผู้เรียน (Students' Reflection) โดยเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ และคำถามที่ยังสงสัยจากการทำใบงานที่ 1

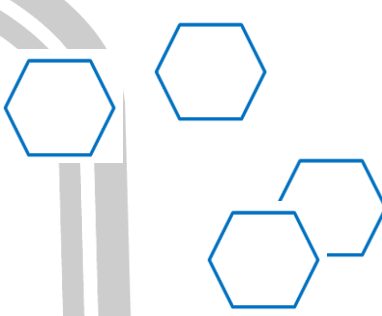
6.3 ขั้นสะท้อน (Reflect) (20 นาที)

6.3.1 ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอคำตอบจากใบงานที่ 1 พร้อมกับอธิบายเหตุผลด้วยการวาดภาพ

6.3.2 ครูถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรม ว่า

6.3.2.1 จากใบกิจกรรมที่ 1 เงินเหรียญบาท 16 กรัม มีนิกเกิลและทองแดงเป็นองค์ประกอบอย่างละเท่าใด (แนวคำตอบ นิกเกิล 4 กรัม และมีทองแดง 12 กรัม)

6.3.2.2 จงอธิบายเหตุผลด้วยการวาดภาพแก้ไขแบบจำลองเบื้องต้น 2 มิติ โดย
 นิกเกิล 1 กรัม แทนทรงกลมสีเขียว 1 อนุภาค และทองแดง 3 กรัม แทนหกเหลี่ยมสีฟ้า 1 อนุภาค
 (แนวคำตอบ)

อนุภาคนิกเกิล	เงินเหรียญบาท	อนุภาคทองแดง
		
แทน นิกเกิล 1 กรัม		แทน ทองแดง 3 กรัม

6.3.3 จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแบบจำลองเบื้องต้นและแบบจำลองที่แก้ไข
 ให้เกิดความถูกต้องมีความแตกต่างกันอย่างไร (ตอบ ตามความเข้าใจของนักเรียน)

6.3.4 ครูสาธิตวิธีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติด้วยแอปพลิเคชัน Assemblr

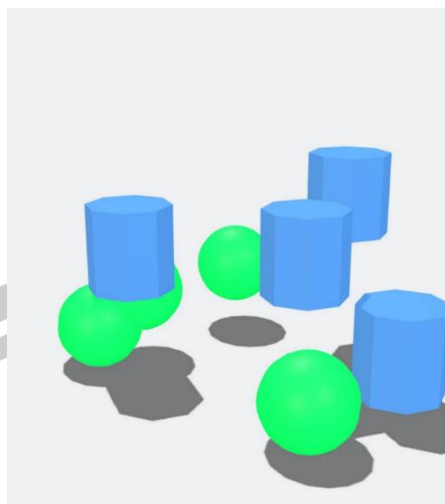
6.3.5 ครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่ปรับปรุงในใบกิจกรรมที่ 1 จากการวาดภาพ 2
 มิติ เป็นการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ โดยการใช้แอปพลิเคชัน Assemblr

6.4 ชั้นอธิบาย (Explain)

6.4.1 ครูให้นักเรียนออกทุกกลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลองของตนเอง พร้อมให้เหตุผล
 ประกอบ

6.4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ
 ผ่านการใช้แบบจำลอง 3 มิติ ด้วยการถามนักเรียนว่า

6.4.2.1 จงอธิบายเหตุผลด้วยการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ของอนุภาคเงินเหรียญ
 บาทในใบกิจกรรมที่ 1 โดยให้นิกเกิล 1 กรัม แทนทรงกลมสีเขียว 1 อนุภาค และให้ทองแดง 3 กรัม
 แทนหกเหลี่ยมสีฟ้า 1 อนุภาค (แนวคำตอบ แบบจำลอง 3 มิติ โดยใช้แอปพลิเคชัน Assemblr)



6.4.2.2 นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
ในหน่วยร้อยละได้อย่างไร (แนวคำตอบ ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ หมายถึง มวลของตัวละลายหรือ
มวลของสิ่งที่ต้องการทราบที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน ซึ่งสารที่มีมวลของตัวทำ
ละลายเท่ากันสารที่มีมวลของตัวละลายมากกว่าจะมีความเข้มข้นมากกว่า)



7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
พุทธิพิสัย -นักเรียนสามารถอธิบาย ความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วยร้อยละได้	ตรวจจากใบงาน	ใบงานที่ 1	ผ่าน 60 % ขึ้นไป
ทักษะพิสัย -นักเรียนสามารถคำนวณ ความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วยร้อยละได้	ตรวจจากใบงาน	ใบงานที่ 1	ผ่าน 60% ขึ้นไป
จิตพิสัย -นักเรียนมีความมุ่งมั่นใน การทำงาน	การสังเกตจากการ ทำกิจกรรม	แบบสังเกต	ระดับพอใช้ขึ้นไป

8. สื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์

8.1 สื่อการเรียนรู้

- ใบความรู้ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ
- ใบงานที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ
- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

4 เล่ม 2

พูน ปณ จิต ชีเว

9. เอกสารอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 2. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หนังสือรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม 2. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ.



10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้ของห้อง ม.4/9

ปัญหา อุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

พูน ปณ จิโต ชีเว

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 1/2565

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง ให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามรายการสังเกต

[illegible]

เกณฑ์การประเมิน (ผ่านเกณฑ์ในระดับพอใช้ขึ้นไป)

คะแนน 3 ระดับดีมาก

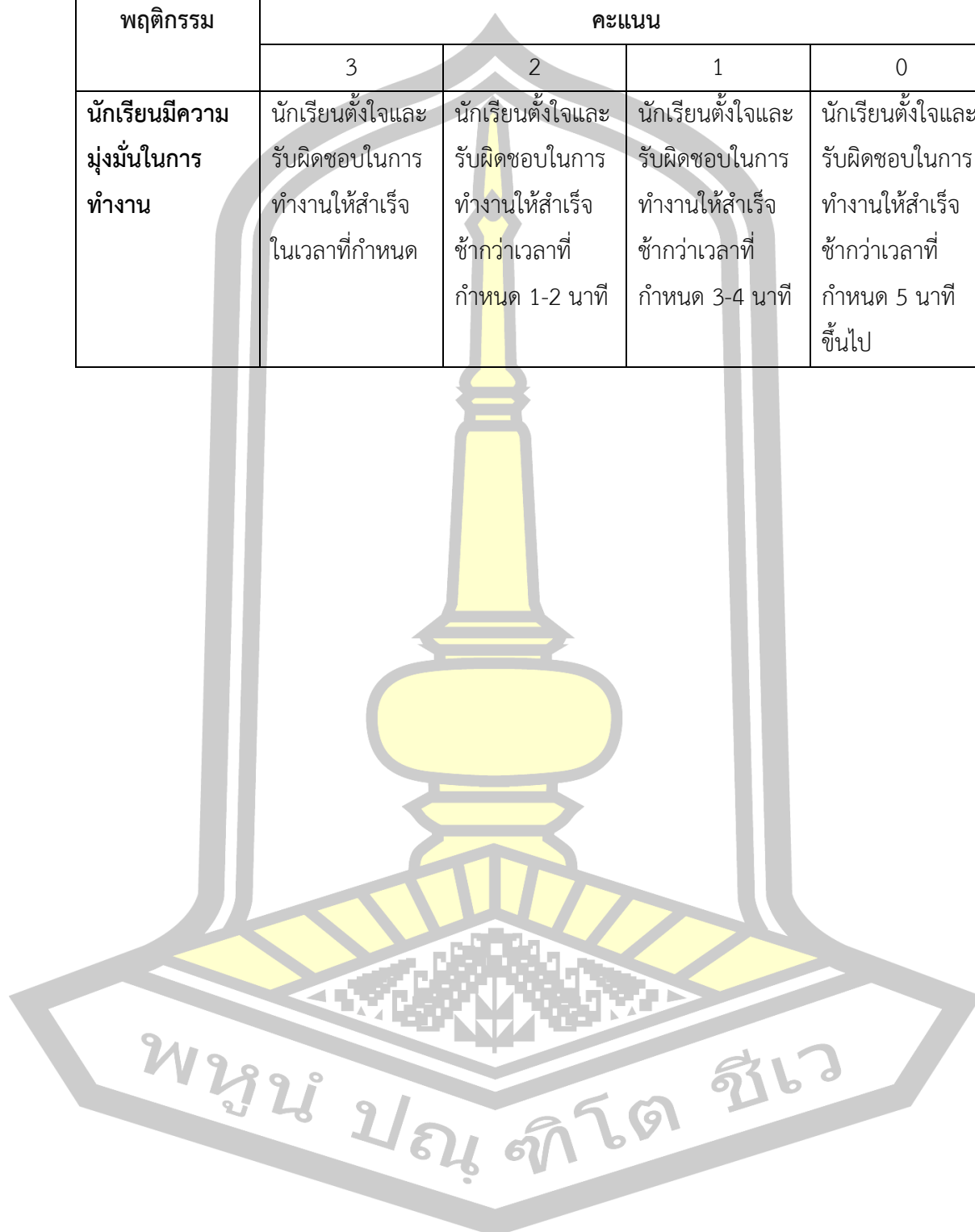
คะแนน 2 ระดับดี

คะแนน 1 ระดับพอใช้

คะแนน 0 ระดับควรปรับปรุง

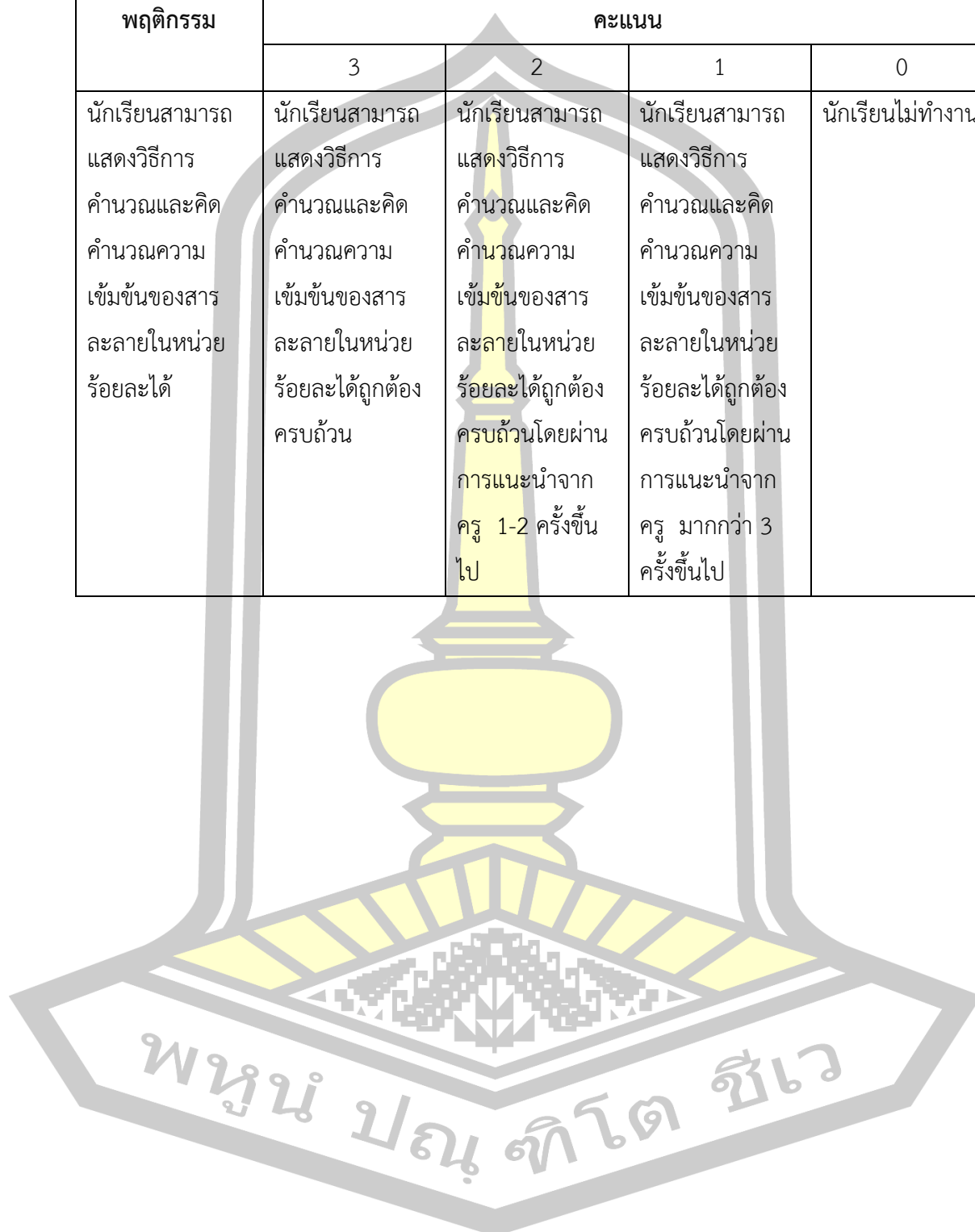
เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรม	คะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนมีความ มุ่งมั่นในการ ทำงาน	นักเรียนตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ทำงานให้สำเร็จ ในเวลาที่กำหนด	นักเรียนตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ทำงานให้สำเร็จ ช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 1-2 นาที	นักเรียนตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ทำงานให้สำเร็จ ช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 3-4 นาที	นักเรียนตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ทำงานให้สำเร็จ ช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 5 นาที ขึ้นไป



เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรม	คะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการ คำนวณและคิด คำนวณความ เข้มข้นของสาร ละลายในหน่วย ร้อยละได้	นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการ คำนวณและคิด คำนวณความ เข้มข้นของสาร ละลายในหน่วย ร้อยละได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการ คำนวณและคิด คำนวณความ เข้มข้นของสาร ละลายในหน่วย ร้อยละได้ถูกต้อง ครบถ้วนโดยผ่าน การแนะนำจาก ครู 1-2 ครั้งขึ้นไป	นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการ คำนวณและคิด คำนวณความ เข้มข้นของสาร ละลายในหน่วย ร้อยละได้ถูกต้อง ครบถ้วนโดยผ่าน การแนะนำจาก ครู มากกว่า 3 ครั้งขึ้นไป	นักเรียนไม่ทำงาน



ใบความรู้

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

สารละลาย เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็นของผสมของสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป โดยสารละลายมีทั้ง 3 สถานะ เช่น ทองเหลืองและนํ้าอยู่ในสถานะของแข็ง นํ้าเกลือและนํ้าส้มสายชูอยู่ในสถานะของเหลว อากาศและแก๊สหุงต้มอยู่ในสถานะแก๊ส สารละลายที่เกิดจากการผสมของสารในสถานะเดียวกันสารที่มีปริมาณมากกว่าเป็นตัวทำละลาย เช่น นํ้าส้มสายชู 5% มีนํ้าอยู่ประมาณร้อยละ 95 โดยปริมาตร จึงถือว่านํ้าเป็นตัวทำละลาย แต่ถ้าสารละลายเกิดจากการผสมของสารที่มีสถานะต่างกัน จะถือว่าสารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายเป็นตัวทำละลาย เช่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ อิ่มตัว มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นของแข็ง 111 กรัม ละลายในนํ้า 100 กรัม แต่เนื่องจากสารละลายที่ได้มีสถานะเป็นของเหลว จึงถือว่านํ้าเป็นตัวทำละลาย ทั้งที่มีนํ้าเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่น้อยกว่า

เนื่องจากสารละลายที่พบส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวันและในห้องปฏิบัติการเป็นของเหลวที่มีนํ้าเป็นตัวทำละลาย ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงสารละลายโดยไม่ระบุชนิดของตัวทำละลาย จึงหมายถึงสารละลาย ที่มีนํ้าเป็นตัวทำละลาย

สารเคมีหลายชนิดเมื่อนำมาใช้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารละลาย ซึ่งจำเป็นต้องทราบความเข้มข้น ของสารละลาย และวิธีการเตรียมสารละลาย เพื่อให้ได้ปริมาณสารตามที่ต้องการและนำไปใช้ได้ถูกต้อง

1. ความเข้มข้นของสารละลาย

สารละลายประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลายในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณของสารในสารละลายสามารถระบุในรูปของความเข้มข้น โดยความเข้มข้นหมายถึงปริมาณของสารต่อปริมาณของสารละลายหรือต่อปริมาณของตัวทำละลาย

ความเข้มข้นของสารละลายมีหลากหลายซึ่งที่จะศึกษาในบทนี้ได้แก่ ร้อยละหรือส่วนใน ร้อยส่วน ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตีโมลาลิตี และเศษส่วนโมล ซึ่งมีความหมายและ วิธีการคำนวณ ดังต่อไปนี้

ร้อยละหรือส่วนในร้อยส่วน (percentage) เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อร้อยละของสารละลาย จำแนกได้ดังนี้

ความเข้มข้น	ความสัมพันธ์
ร้อยละโดยมวล (% w/ w)	$\frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\%$ ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % g ตัวละลาย/g สารละลาย
ร้อยละโดยปริมาตร (% v/v)	$\frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$ ใช้หน่วยมวลเดียวกัน เช่น % mL ตัวละลาย/mL สารละลาย
ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (% w/ v)	$\frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100\%$ ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกรัม ปริมาตรของสารละลายจะเป็นมิลลิลิตรจะได้หน่วยเป็น % g ตัวละลาย/mL สารละลาย ถ้าหน่วยมวลของตัวละลายเป็นกิโลกรัม ปริมาตรของสารละลายจะเป็นลิตรจะได้หน่วยเป็น % kg ตัวละลาย/L สารละลาย



ใบงานที่ 1

เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำส้มสายชูเข้มข้น 5% v/v เป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่มีประจำทุกครัวเรือน เพื่อเพิ่มรสเปรี้ยวหรือแต่งกลิ่น มีกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่ง คือกรดน้ำส้ม (CH_3COOH)

1.1 น้ำส้มสายชู เป็นสารละลายที่ประกอบไปด้วย.....เป็นตัวถูกละลาย และ.....เป็นตัวทำละลาย (1 คะแนน)

1.2 น้ำส้มสายชูเข้มข้น 5%v/v หมายถึง (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

1.3 จงอธิบายเหตุผลด้วยการวาดภาพองค์ประกอบของสารละลายน้ำส้มสายชูเข้มข้น 5% v/v (3 คะแนน)

โดยใช้ ทรงกลมสีเขียว 1 อนุภาค แทนกรดน้ำส้ม (CH_3COOH) 1 mL

หกเหลี่ยม 1 อนุภาค แทน สารละลาย 10 mL

อนุภาคกรดน้ำส้ม (Acetic Acid)	สารละลายน้ำส้มสายชู	อนุภาคสารละลาย
 แทน กรดน้ำส้ม (Acetic Acid) 1 mL		 แทน สารละลาย 10 mL

เฉลยใบงานที่ 1

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำส้มสายชูเข้มข้น 5% v/v เป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่มีประจำทุกครัวเรือน เพื่อเพิ่มรสเปรี้ยวหรือแต่งกลิ่น มีกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่ง คือกรดน้ำส้ม (Acetic Acid)

1.1 น้ำส้มสายชู เป็นสารละลายที่ประกอบไปด้วย..กรดน้ำส้ม(Acetic Acid)..เป็นตัวถูกละลาย และ...น้ำ...เป็นตัวทำละลาย (1 คะแนน)

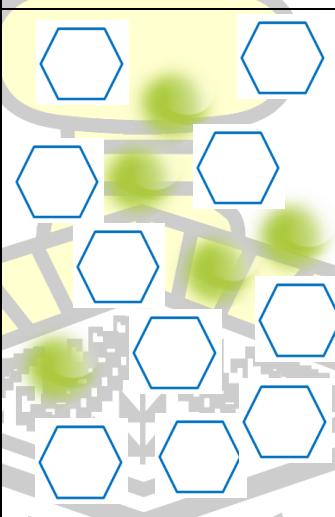
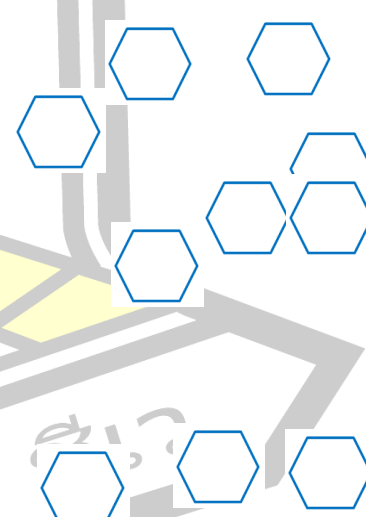
1.2 น้ำส้มสายชูเข้มข้น 5%v/v หมายถึง (2 คะแนน)

ในสารละลาย 100 mL มี Acetic Acid อยู่ 5 mL

1.3 จงอธิบายเหตุผลด้วยการวาดภาพองค์ประกอบของสารละลายน้ำส้มสายชูเข้มข้น 5% v/v (3 คะแนน)

โดยใช้ ทรงกลมสีเขียว 1 อนุภาค แทนกรดน้ำส้ม (Acetic Acid) 1 mL

หกเหลี่ยม 1 อนุภาค แทน สารละลาย 10 mL

อนุภาคกรดน้ำส้ม (Acetic Acid)	สารละลายน้ำส้มสายชู	อนุภาคสารละลาย
		
แทน กรดน้ำส้ม (Acetic Acid) 1 mL		แทน สารละลาย 10 mL

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ใช้สำหรับขจัดคราบสกปรก และสิ่งอุดตันในท่อระบายน้ำ ประกอบด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 80 กรัม ในน้ำ 120 กรัม

2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ประกอบไปด้วย..โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)..เป็นตัวถูกละลาย และ..น้ำ..เป็นตัวทำละลาย (1 คะแนน)

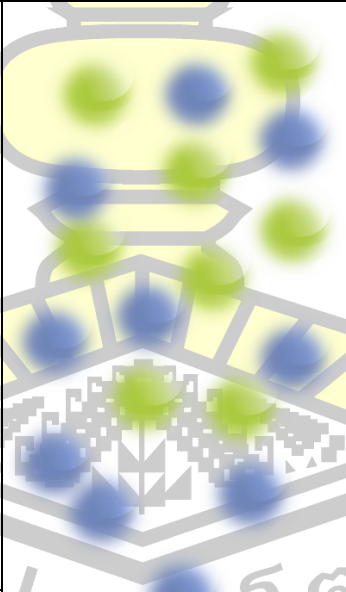
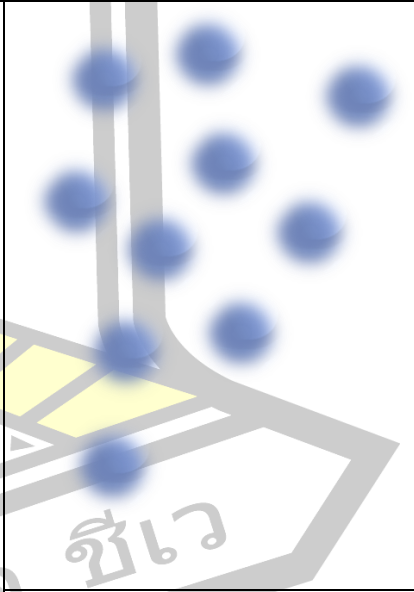
2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) มีความเข้มข้น %w/w เท่าใด (2 คะแนน)

$$\begin{aligned}\text{ร้อยละโดยมวล (\% w/ w)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100\% \\ &= \frac{80 \text{ g}}{80 + 120 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 40\end{aligned}$$

2.3 จงอธิบายเหตุผลด้วยการวาดภาพองค์ประกอบของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์นี้ (NaOH) (3 คะแนน)

โดยใช้ ทรงกลมสีเขียว 1 อนุภาค แทนโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม

ทรงกลมสีฟ้า 1 อนุภาค แทนน้ำ 12 กรัม

โซเดียมไฮดรอกไซด์	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	อนุภาคน้ำ
		
แทน โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม		แทน น้ำ 12 กรัม

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เงินเหรียญบาท ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการ มีองค์ประกอบมีโลหะทองแดง (Cu) 75% และมีโลหะนิกเกิล (Ni) 25 %w/w อยากทราบว่าน้ำหนักเงินเหรียญบาทมีน้ำหนัก 16 กรัม จะมีนิกเกิลอยู่กี่กรัม

.....

.....

.....

.....

.....

การสร้างแบบจำลอง (model)

สร้างแบบจำลอง

การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โดยใช้สัญลักษณ์ตัวแทนของอะตอมที่กำหนดให้ (วาดและอธิบาย)

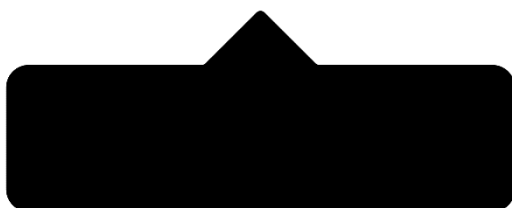
แบบจำลองเบื้องต้น (2 มิติ)

อนุภาคนิกเกิล	เงินเหรียญบาท	อนุภาคทองแดง
 แทน นิกเกิล 1 กรัม		 แทน ทองแดง 3 กรัม

เมื่อนักเรียนสร้างแบบจำลองใหม่เสร็จแล้ว สร้างแบบจำลอง 3 มิติด้วยแอปพลิเคชัน Assemblr
 นักเรียนสรุปและอภิปรายโดยนักเรียนใช้แบบจำลองใหม่ และเปรียบเทียบความเหมือนหรือแตกต่าง
 ของแบบจำลองเบื้องต้นและแบบจำลองใหม่และสรุปตามถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์
 แบบจำลองที่ปรับปรุง (3 มิติ) โดยทำการสร้างเป็นคิวอาร์โค้ด

อนุภาคนิกเกิล	เงินเหรียญบาท	อนุภาคทองแดง
 แทน นิกเกิล 1 กรัม		 แทน ทองแดง 3 กรัม

ส่งงานแบบจำลอง 3 มิติผ่าน คิวอาร์โค้ดต่อไปนี้ พร้อมตั้งชื่อชิ้นงานเป็น ชื่อ-นามสกุล ห้อง และเลขที่



เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เงินเหรียญบาท ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการ มีองค์ประกอบมีโลหะทองแดง (Cu) 75% และมีโลหะนิกเกิล (Ni) 25 %w/w อยากทราบว่าน้ำหนักเงินเหรียญบาทมีน้ำหนัก 16 กรัม จะมีนิกเกิลอยู่กี่กรัม

โลหะนิกเกิล (Ni) 25 %w/w หมายถึง ในเงิน 100 กรัม มีนิกเกิลอยู่ 25 กรัม

$$\text{ถ้าเงินน้ำหนัก 16 กรัม จะมีนิกเกิลอยู่} = \frac{16 \text{ g เงิน} \times 25 \text{ g นิกเกิล}}{100 \text{ g เงิน}} = 4 \text{ กรัม}$$

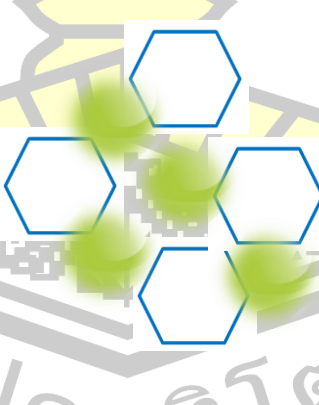
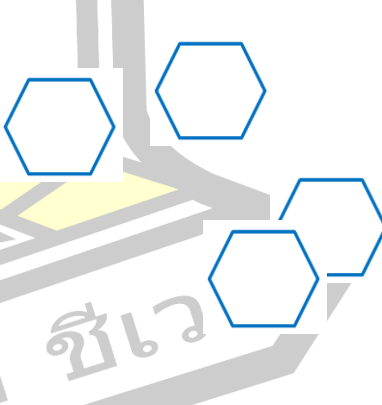
ดังนั้นจะต้องมีอนุภาคนิกเกิล 4 อนุภาค และมีอนุภาคทองแดง 4 อนุภาค

การสร้างแบบจำลอง (model)

สร้างแบบจำลอง

การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โดยใช้สัญลักษณ์ตัวแทนของอะตอมที่กำหนดให้ (วาดและอธิบาย)

แบบจำลองเบื้องต้น (2 มิติ)

อนุภาคนิกเกิล	เงินเหรียญบาท	อนุภาคทองแดง
		
แทน นิกเกิล 1 กรัม		 แทน ทองแดง 3 กรัม

ภาพตัวอย่างผลงานนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เงินเหรียญบาท ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการ มีองค์ประกอบมีโลหะทองแดง (Cu) 75% และมีโลหะนิกเกิล (Ni) 25 %w/w อยากทราบว่าน้ำหนักเงินเหรียญบาทมีน้ำหนัก 16 กรัม จะมีนิกเกิลอยู่ที่กี่กรัม

$\frac{f}{f+n} \times 100 = \frac{Ni}{Cu+Ni} \times 100$

$\frac{25}{100} = \frac{Ni}{16} \times 100$

$4 = Ni$

การสร้างแบบจำลอง (model)

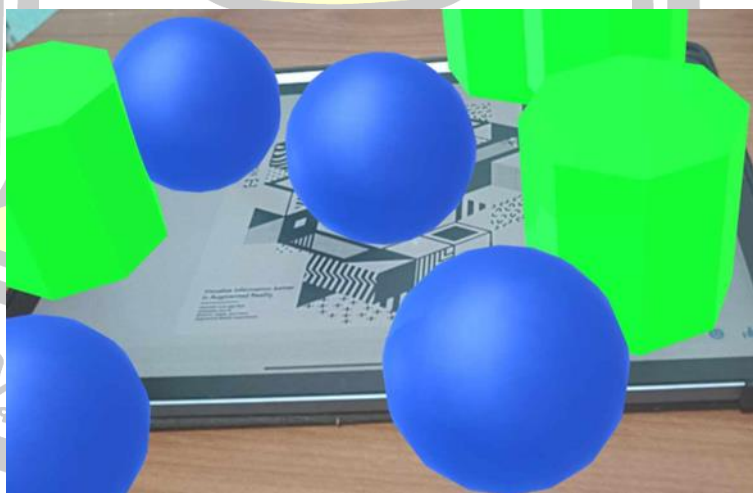
สร้างแบบจำลอง

การเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โดยใช้สัญลักษณ์ตัวแทนของอะตอมที่กำหนดให้ (วาดและอธิบาย)

แบบจำลองเบื้องต้น (2 มิติ) เรื่องจะอยู่ 6 - 4

อนุภาคนิกเกิล	เงินเหรียญบาท	อนุภาคทองแดง
		
แทน นิกเกิล 1 กรัม		แทน ทองแดง 3 กรัม

รูปภาพที่ 17 ตัวอย่างผลงานนักเรียนชั้นสร้างแบบจำลอง



รูปภาพที่ 18 ตัวอย่างผลงานนักเรียนชั้นอธิบาย

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง การเตรียมสารละลาย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

ชื่อ-นามสกุล ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มุ่งที่จะวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
2. แบบทดสอบนี้เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผล

วงรอบปฏิบัติการที่ 2

1. น้ำปูนขาว (Ca(OH)_2) ที่มีความเหมาะสมกับการสภาพความเป็นดินเปรี้ยวที่แปลงผักนายสายไหม อยู่ที่ 0.2 ซึ่งนายสายไหมสามารถเตรียมน้ำปูนขาวที่ความเข้มข้นนี้จากน้ำปูนขาวเข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 80 cm^3 ผสมกับน้ำปูนขาวเข้มข้น 0.6 mol/dm^3 ปริมาตร 20 cm^3 อยากทราบว่า การเปลี่ยนแปลงระหว่างจำนวนโมลของ Ca(OH)_2 ที่เตรียมได้ กับจำนวนโมลรวมของ Ca(OH)_2 ของน้ำปูนขาวก่อนผสมนี้อย่างไร

ก. จำนวนโมลของ Ca(OH)_2 ที่เตรียมได้เท่ากับผลรวมของจำนวนโมลของ Ca(OH)_2 ของน้ำปูนขาวก่อนผสม

ข. จำนวนโมลของ Ca(OH)_2 ที่เตรียมได้น้อยกว่าผลรวมของจำนวนโมลของ Ca(OH)_2 ของน้ำปูนขาวก่อนผสม

ค. จำนวนโมลของ Ca(OH)_2 ที่เตรียมได้มากกว่าผลรวมของจำนวนโมลของ Ca(OH)_2 ของน้ำปูนขาวก่อนผสม

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

เพราะ

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับมโนทัศน์	แนวคำตอบ	คะแนน
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สมบูรณ์ (Sound understanding: SU)	คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ตอบ ก เหตุผลเพราะจำนวนโมลของตัวถูกละลายก่อนผสมกันย่อม เท่ากับจำนวนโมลของตัวถูกละลายหลังผสมเสมอ	4
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU)	คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน ตอบ ก นักเรียนให้เหตุผลถูกบางส่วนตามแนวคิด คำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ตอบ ข,ค,ง นักเรียนแสดงเหตุผลในองค์ประกอบสำคัญของแนวคิดถูกต้อง สมบูรณ์	3
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกบางส่วน คลาดเคลื่อน บางอย่าง (Partial understanding with specific misconception: PS)	คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่ เขียน ตอบ ก นักเรียนแสดงเหตุผลในองค์ประกอบผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน คำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน ตอบ ข,ค,ง นักเรียนให้เหตุผลถูกบางส่วนตามแนวคิด	2
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM)	คำตอบไม่ถูก เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือคลาดเคลื่อน ตอบ ข,ค,ง นักเรียนแสดงเหตุผลในองค์ประกอบผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน	1
เข้าใจผิด (No understanding: NU)	คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่เขียนแสดงเหตุผล ตอบ ข,ค,ง	0

2. น้ำส้มสายชูเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอากรดน้ำส้ม (acetic acid: CH_3COOH) ซึ่งสังเคราะห์ขึ้นทางเคมี เป็นกรดอินทรีย์มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนมีความเข้มข้น 15 mol/dm^3 ปริมาตร 100 mL เติมน้ำอีกจนเป็นปริมาตร 1000 mL เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการประกอบอาหาร อยากทราบว่าจำนวนโมลของ acetic acid ก่อนเติมน้ำและหลังเติมน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. จำนวนโมลของ acetic acid ก่อนเติมน้ำมากกว่าหลังเติมน้ำ
- ข. จำนวนโมลของ acetic acid ก่อนเติมนำน้อยกว่าหลังเติมน้ำ
- ค. จำนวนโมลของ acetic acid ก่อนเติมน้ำเท่ากับหลังเติมน้ำ
- ง. ถูกทุกข้อ

จงอธิบายเหตุผลและวาดภาพอนุภาคประกอบคำอธิบาย

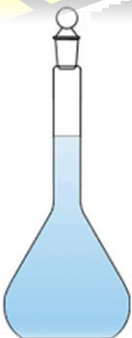
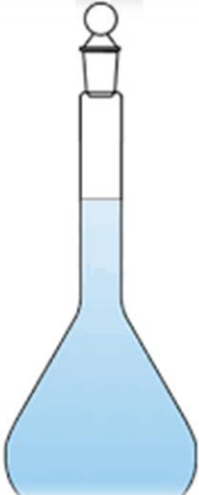
เพราะ

.....

.....

.....

.....

ก่อนเติมน้ำ	หลังเติมน้ำ
ปริมาตร 100 mL 	ปริมาตร 1000 mL 
แทน จำนวนโมลของ CH_3COOH 0.5 mol	แทน จำนวนโมลของ CH_3COOH 0.5 mol

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับมโนทัศน์	แนวคำตอบ	คะแนน
มโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (Sound understanding: SU)	คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ตอบ ค เหตุผลเพราะสารละลายใดๆ เมื่อเติมน้ำกลั่นลงไป สารละลายใหม่จะมีความเข้มข้นน้อยกว่าเดิม แต่จำนวนโมลของตัวถูกละลายก่อนเติมน้ำกลั่นจะเท่ากับจำนวนโมลหลังเติมน้ำ ดังนั้นจำนวนโมลของสารละลายก่อนและหลังเติมน้ำจะต้องมี 3 อนุภาค	4
มโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU)	คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน ตอบ ค นักเรียนให้เหตุผลถูกบางส่วนตามแนวคิด คำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ตอบ ก,ข,ง นักเรียนแสดงเหตุผลในองค์ประกอบสำคัญของแนวคิดถูกต้องสมบูรณ์	3
มโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ถูก บางส่วน คลาดเคลื่อน บางอย่าง (Partial understanding with specific misconception: PS)	คำตอบถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน ตอบ ค นักเรียนแสดงเหตุผลในองค์ประกอบผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน คำตอบไม่ถูกต้อง เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน ตอบ ก,ข,ง นักเรียนให้เหตุผลถูกบางส่วนตามแนวคิด	2
มโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM)	คำตอบไม่ถูก เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือคลาดเคลื่อน ตอบ ก,ข,ง นักเรียนแสดงเหตุผลในองค์ประกอบผิดหรือ คลาดเคลื่อน หรือไม่เขียน	1
เข้าใจผิด (No understanding: NU)	คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่เขียนแสดงเหตุผล ตอบ ก,ข,ง	0

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

ชื่อ-นามสกุล (ผู้ถูกสัมภาษณ์) ชั้น

การสัมภาษณ์ครั้งที่ วันที่

ลงชื่อ.....ผู้สัมภาษณ์

(.....)

วันที่.....เดือน.....ปี.....

แนวทางการสัมภาษณ์

1. ควรสัมภาษณ์นักเรียนหลังสิ้นสุดวงรอบแล้ว

2. ประเด็นในการสัมภาษณ์ 3 เรื่องคือ

2.1 วิธีการจัดการเรียนรู้

2.1.1 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้

2.1.2 นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไร

2.2 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.2.1 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.2.2 นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงสื่อการเรียนรู้อย่างไร

2.3 การสร้างมโนทัศน์

3.1.1 นักเรียนคิดว่าสถานการณ์(มโนทัศน์)ใดที่เข้าใจยากเพราะเหตุใด
สถานการณ์(มโนทัศน์)ใดที่เข้าใจง่ายเพราะเหตุใด

3.1.2 นักเรียนคิดว่าวิธีการใดที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดที่
สถานการณ์(มโนทัศน์)ได้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ

(ลงชื่อ).....

(.....)

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

ชื่อ - สกุล (ผู้ถูกประเมิน)ชั้น.....เลขที่.....

วงรอบปฏิบัติการที่.....แผนการเรียนรู้เรื่อง..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนตั้งแต่ดำเนินกิจกรรมในคาบแต่ละครั้งโดยทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความจริงและบันทึกเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรมนั้นเพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงการเรียนการสอนครั้งต่อไป

ข้อ	พฤติกรรมที่สังเกต	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
การปฏิบัติกิจกรรม				
1.	นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามเมื่อครูถาม			
2.	นักเรียนใช้วิธีการที่ออกแบบหรือศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล			
3.	นักเรียนทำหน้าที่นำเสนอหรือสอบถามกลุ่มอื่นเมื่อกลุ่มอื่นนำเสนอ			
4.	นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
5.	นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมกลุ่ม			

พฤติกรรมอื่น ๆ

.....

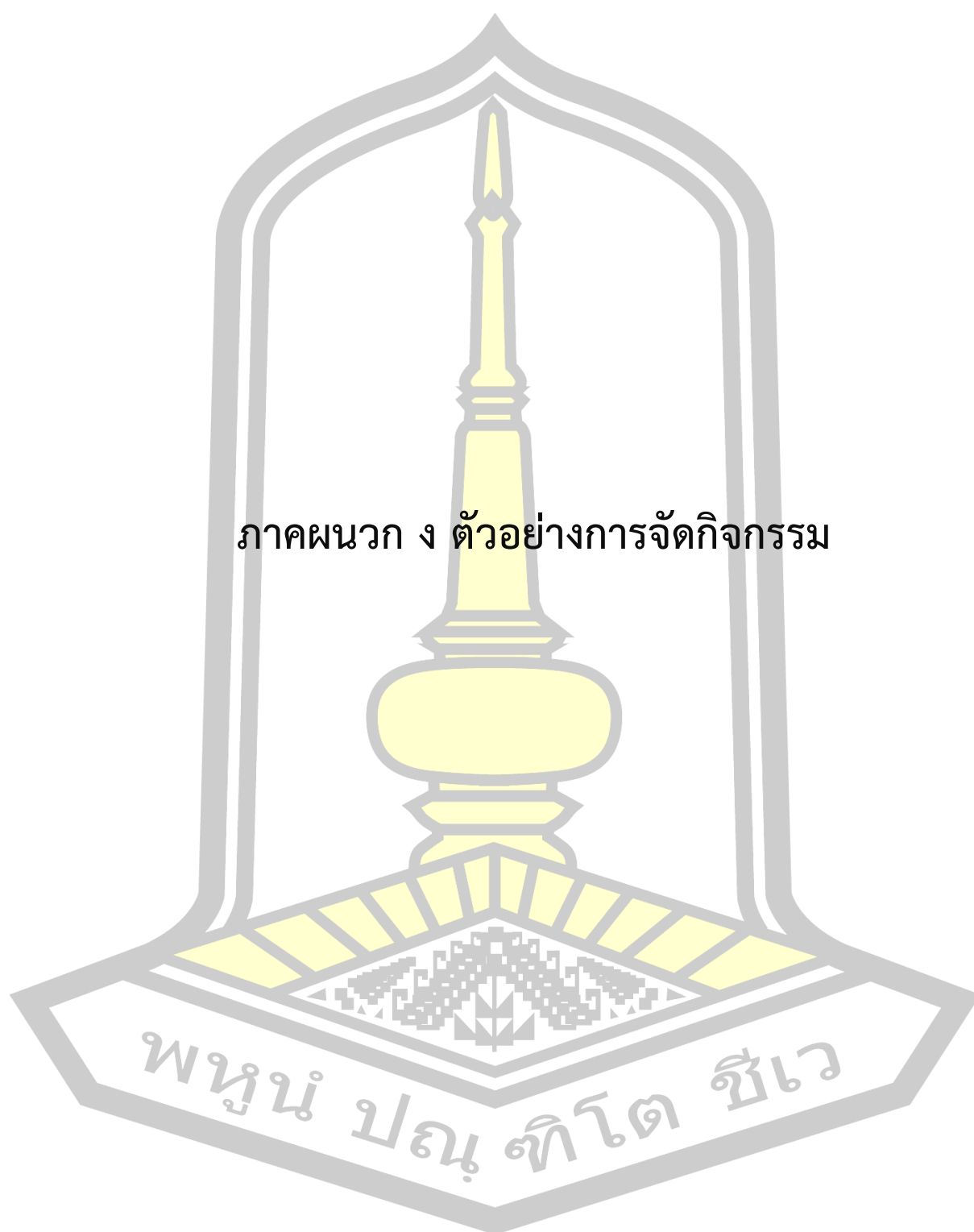
.....

.....

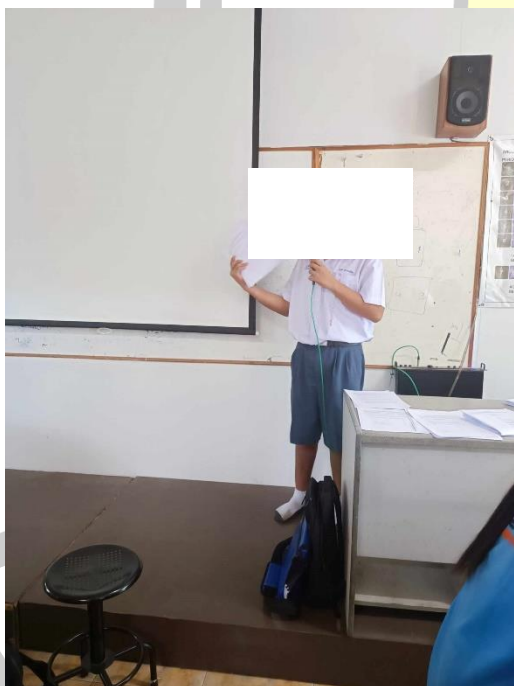
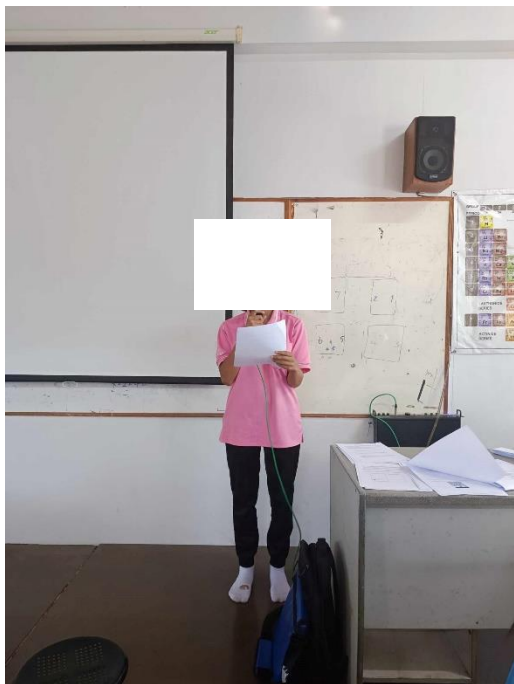
(.....)

ผู้สังเกต

พูน ปณ จิตโต ชีเว



ภาคผนวก ง ตัวอย่างการจัดกิจกรรม







แบบประเมินความสอดคล้อง ความเหมาะสมและผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

ผลเฉลี่ยของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 1					เฉลี่ย
	แผนที่ 1					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4	5	5	5	4	4.60
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	3	5	5	4	4	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	3	4	4.00
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4	4	4.20
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	4	5	5	3	4	4.20
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	3	4	5	3	4	3.80
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	3	5	4	3	4	3.80
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	4	5	5	4	4	4.40
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	3	3	4.00
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	3	4	4.00
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.40
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	3	4	4.20
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.40
ค่าเฉลี่ยรวม						4.17

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 1					เฉลี่ย
	แผนที่ 2					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	4	5	5	4	4.60
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	4	5	5	4	5	4.60
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	5	3	4	4.20
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	4	4	4	4.20
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	4	5	5	3	4	4.20
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	4	4	4	4	5	4.20
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	3	4	5	3	4	3.80
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	3	4	4	4	5	4.00
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	3	4	4.20
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	3	4	4.20
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4	4	4.20
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	3	5	4.40
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	3	5	4.40
ค่าเฉลี่ยรวม						4.25

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 1					เฉลี่ย
	แผนที่ 3					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.80
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	3	5	5	4	5	4.40
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	5	3	4	4.00
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	4	4	4	4.20
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	4	5	3	3	4.00
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	4	5	4	4	4	4.20
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	4	5	5	3	4	4.20
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	4	5	4	4	4	4.20
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	5	4	3	5	4.20
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	3	4	4.00
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	3	5	4	4	4	4.00
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	3	4	4.00
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	3	4	4.00
ค่าเฉลี่ยรวม						4.17

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 2					เฉลี่ย
	แผนที่ 4					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	4	5	4.80
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	4	5	5	3	4	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	4	3	3	3.60
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	5	3	4	4.20
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	4	5	5	3	4	4.20
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	4	4	5	3	5	4.20
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	4	5	4	3	4	4.00
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	5	4	5	4	4	4.40
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4	4	4.40
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	5	3	5	4.20
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	3	4	4.20
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	3	4	4.40
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	3	3	3	3.60
ค่าเฉลี่ยรวม						4.18

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 2					เฉลี่ย
	แผนที่ 5					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	4	4	4	4.40
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	4	5	5	3	4	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	5	3	4	4.00
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4	3	4.00
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	4	4	5	3	4	4.00
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	4	5	5	4	3	4.20
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	4	4	4	3	5	4.00
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	4	4	5	4	4	4.20
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	5	4	3	4	4.00
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	3	4	4.40
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	3	5	4.40
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	3	4	4.20
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	3	4	4.20
ค่าเฉลี่ยรวม						4.17

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 2					เฉลี่ย
	แผนที่ 6					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	4	5	4.80
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	4	5	5	3	5	4.40
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	5	4	4	4.40
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	5	5	3	3	4.20
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	5	5	5	3	4	4.40
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	4	5	4	4	3	4.00
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	4	5	5	4	4	4.40
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	3	4	4.00
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	4	3	4.40
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4	3	4.20
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	3	3	4.00
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	3	3	4.00
ค่าเฉลี่ยรวม						4.28

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 3					เฉลี่ย
	แผนที่ 7					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	4	5	4	3	4.20
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	4	5	5	3	4	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.40
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	5	5	3	4	4.40
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	4	5	5	4	4	4.40
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	4	5	5	3	4	4.20
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	4	4	5	4	4	4.20
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	3	5	4.20
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4	4	4.20
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	3	3	4.00
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	3	3	4.00
ค่าเฉลี่ยรวม						4.25

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 3					เฉลี่ย
	แผนที่ 8					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	4	3	4.40
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	4	5	5	3	4	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	5	4	4	4.40
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	5	5	3	4	4.40
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	4	4	5	3	3	3.80
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	4	5	4	3	4	4.00
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	4	4	5	4	4	4.20
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	3	4	4.20
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	3	4	4.00
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	3	4	4.40
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	3	4	4.40
ค่าเฉลี่ยรวม						4.28

รายการประเมิน	ผลการประเมินวงรอบที่ 3					เฉลี่ย
	แผนที่ 9					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	
1. สารสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4	4	5	4	4	4.20
1.2 มีความชัดเจน ความถูกต้อง เข้าใจง่าย	4	4	5	3	4	4.00
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40
2.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	4	4	4	4.40
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	4	5	4	3	3	3.80
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับรูปแบบ/วิธีการสอน/เทคนิคที่ใช้	5	5	5	3	5	4.60
3.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนกับ นิยาม	4	4	4	3	4	3.80
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	4	5	5	4	4	4.40
3.4 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	3	4	4.00
3.5 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	3	4	4.20
4. ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้						
4.1 สื่อมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	3	4	4.00
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	3	4	4.20
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	3	4	4.20
ค่าเฉลี่ยรวม						4.17

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 1 ข้อที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
รวม						7	0.7	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 1 ข้อที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
รวม						7	0.7	ใช้ได้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 1 ข้อที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
รวม						7	0.7	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 2 ข้อที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
รวม						7	0.7	ใช้ได้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 2 ข้อที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
รวม						6	0.6	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 2 ข้อที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
รวม						7	0.7	ใช้ได้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 3 ข้อที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
รวม						7	0.7	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 3 ข้อที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักสูตร	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับ เนื้อหา	+1	0	+1	0	+1	3	0.6	ใช้ได้
รวม						6	0.6	ใช้ได้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 3 ข้อที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เนื้อหากับสาระการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุม ถูกต้องครบถ้วนตามหลักสูตร	0	+1	+1	0	+1	3	0.6	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	0	0	+1	3	0.6	
รวม						6	0.6	ใช้ได้

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 1 ข้อที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบวัด	3	4	5	3	4	19.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	4	5	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
รวม						62	4.13	เหมาะสมมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 1 ข้อที่ 2

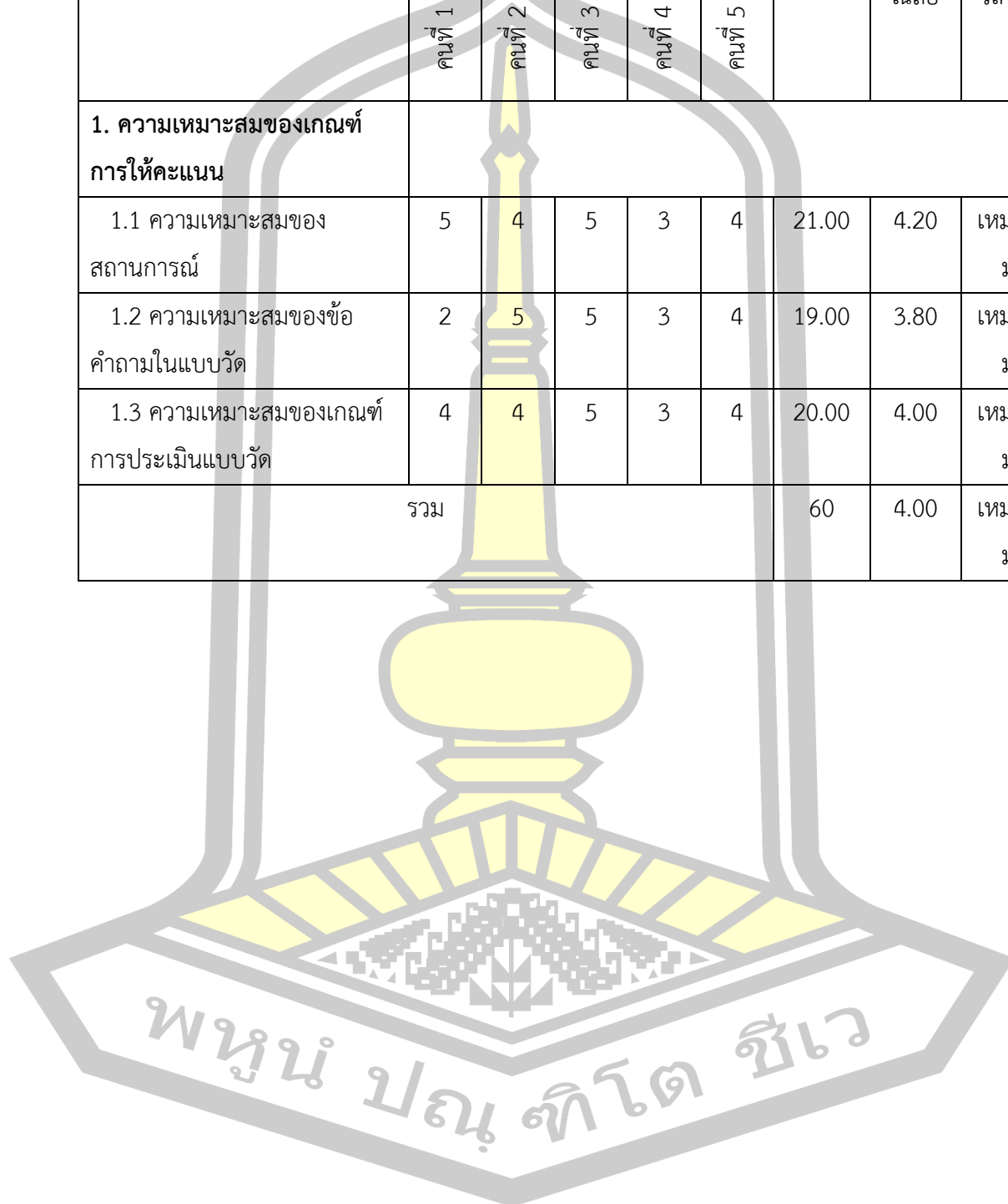
รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	4	5	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
รวม						65	4.33	เหมาะสมมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 1 ข้อที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	4	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	3	4	5	3	4	19.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	4	5	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
รวม						61	4.07	เหมาะสมมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 2 ข้อที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	4	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	2	5	5	3	4	19.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	4	4	5	3	4	20.00	4.00	เหมาะสมมาก
รวม						60	4.00	เหมาะสมมาก



ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 2 ข้อที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	2	4	5	3	4	18.00	3.60	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	4	5	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
รวม						61	4.07	เหมาะสมมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 2 ข้อที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	2	5	5	3	4	19.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	4	5	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
รวม						62	4.13	เหมาะสมมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 3 ข้อที่ 1

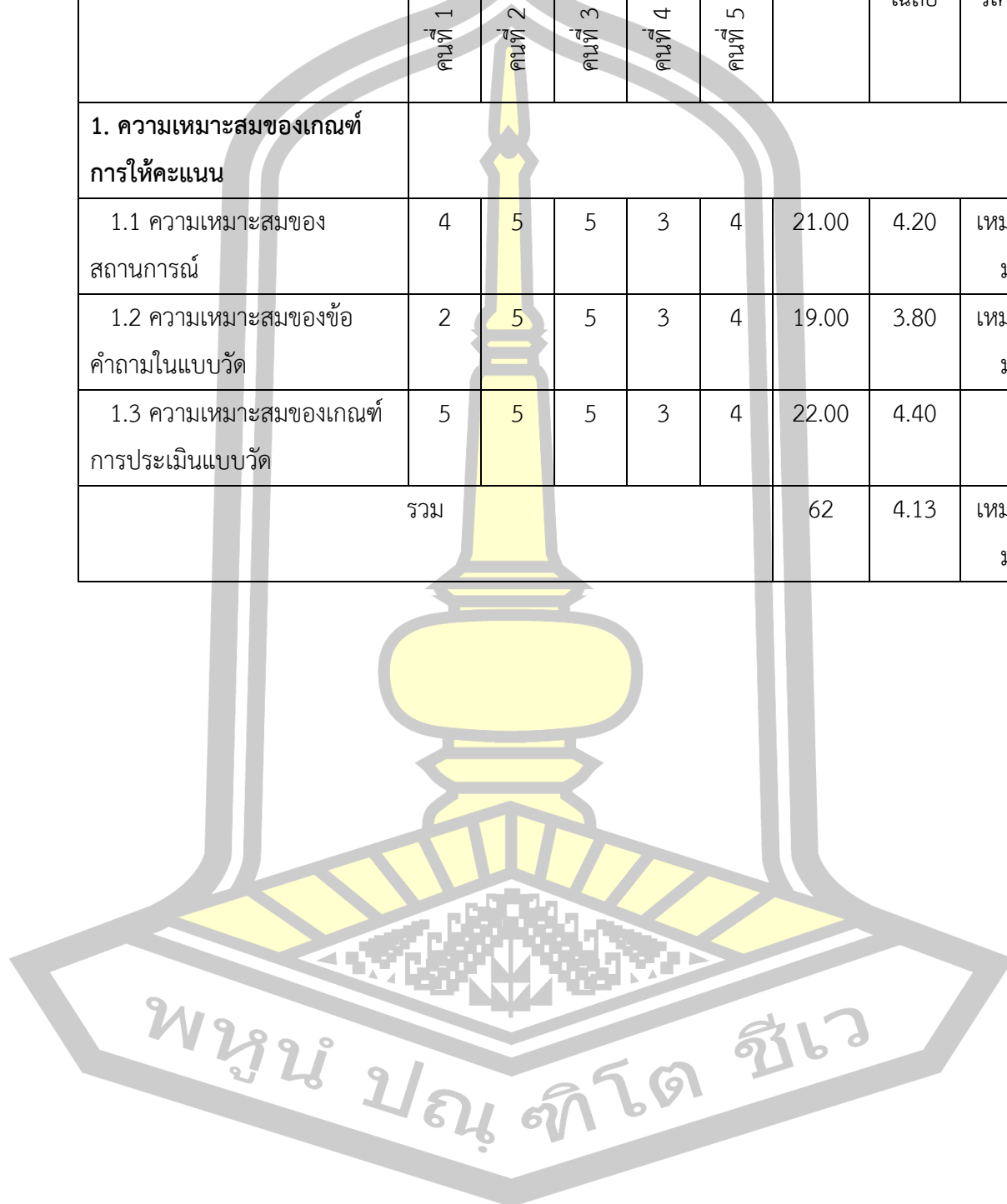
รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	2	5	5	3	4	19.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
รวม						63	4.20	เหมาะสมมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 3 ข้อที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	5	5	5	3	4	22.00	4.40	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	2	5	5	3	4	19.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	4	5	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
รวม						62	4.13	เหมาะสมมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ วงรอบที่ 3 ข้อที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน								
1.1 ความเหมาะสมของสถานการณ์	4	5	5	3	4	21.00	4.20	เหมาะสมมาก
1.2 ความเหมาะสมของข้อความในแบบวัด	2	5	5	3	4	19.00	3.80	เหมาะสมมาก
1.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัด	5	5	5	3	4	22.00	4.40	
รวม						62	4.13	เหมาะสมมาก



ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสังเกต

รายการการประเมิน	ผลการประเมิน					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผล วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. การปฏิบัติกิจกรรม								
1.1 นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามเมื่อครูถาม	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80	ใช้ได้
1.2 นักเรียนใช้วิธีการที่ออกแบบหรือศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล	0	+1	+1	0	+1	3.00	0.60	ใช้ได้
1.3 นักเรียนทำหน้าที่นำเสนอหรือสอบถามกลุ่มอื่นเมื่อกลุ่มอื่นนำเสนอ	0	+1	+1	0	+1	3.00	0.60	ใช้ได้
1.4 นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80	ใช้ได้
1.5 นักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมกลุ่ม	0	+1	+1	0	+1	3.00	0.60	ใช้ได้
เฉลี่ย							0.68	ใช้ได้

หมายเหตุ

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 คือ นางรัตนา ละครร่า

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 คือ นายโกศล สีสังข์

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 คือ นายชุมพล ชารีแสน

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 คือ รศ.ดร.วราพร เอราวรรณ

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 คือ อ.ดร. มังกร ศรีสะอาด

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นัทรพงศ์ วัตวิเศษ
วันเกิด 17 ธันวาคม 2541
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 14/12 บ้านดอนแดง ต.เชียงขวัญ อ.เชียงขวัญ จ.ร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเชียงขวัญพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2564 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2566 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ตามหลักสูตร มหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ภัโต ชีเว