

M. 127002

การศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ
แบบจำลองเป็นฐาน



นายชนาตวรรษย์ สมไพบูลย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

การศึกษาความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

นายชนาศวรรย์ สมไพบูลย์

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐชัย จันทขุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรณคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร.ตันสกุล สานติบุรณ์)

กรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธนวัชร สมด้ว)

กรรมการ

กรรมการ

Title : The Study on the Understanding of Scientific Conceptual in Topic of Chemical Reaction Through Model-Based Learning of Grade 8th Students.

Author : Mister Thanasawan Sompai boon

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr.Panwilai Dokmai
Dr.Panadda Tansupo

Year : 2019

ABSTRACT

The objective of the study was to investigate Grade 8th students' scientific conceptual understanding of "Chemical Reaction" from Model-Based Learning Method. The research subjects consisted of 38 Grade 8th students at Borabue Witthayakhan School, Borabue District, Mahasarakham Province, in the second semester of the 2018 school year, selected by Purposive Sampling. The research instruments were 6 lesson plans on Model-Based Learning Method, and the Scientific Concept Comprehension Test. The statistics used for data analysis included the Frequency, Percentage, Mean, Standard Deviation, and Content Analysis.

The study found that the students who learned by using model-based learning method obtained the complete scientific conceptual understanding of "Chemical Reaction" as 75.88%; those with partial scientific conceptual understanding was 12.43%; and those with no scientific conceptual understanding of "Chemical Reaction" was 11.70%. The data show that the students who carried complete scientific conceptual understanding of "Chemical Reaction" were more than the students with partial understanding and no understanding.

Keywords : Model-Based Learning Method Scientific Conceptual Chemical Reaction

Major Advisor

ชื่อเรื่อง : การศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัย : นายธนาศวรรย์ สมไพบุลย์

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้
อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์

ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน
กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 38 คน ที่ได้มาโดยการสุ่ม
ตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ
แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 6 แผน และ แบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูล
โดยใช้สถิติ ได้แก่ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ
แบบจำลองเป็นฐาน มีระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ที่ถูกต้องร้อยละ
75.88 คลาดเคลื่อนร้อยละ 12.43 และไม่ถูกต้องร้อยละ 11.70 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนคติ
ทางวิทยาศาสตร์เรื่องปฏิกิริยาเคมี ถูกต้องสูงกว่านักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน
และมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน มโนคติทางวิทยาศาสตร์ ปฏิกิริยาเคมี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล คอกไม้ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล สานติบุรณ์ ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม และอาจารย์ ดร.ชนวัชร สมด้ว กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่คอยอบรมสั่งสอน เมตตา กรุณา มอบความรู้ และให้คำแนะนำในการวิจัยด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ สีสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชุยกระเดื่อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพศาล เอกะกุล และคุณครูสุจิตรา บุญประสงค์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ ผู้บริหาร คณะครู บุคลากรทางการศึกษา และขอขอบใจนักเรียน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ให้ความช่วยเหลือ ร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยนี้เป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และพี่ชาย ที่มอบความรัก ความห่วงใย ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และเป็นแรงบันดาลใจอันสูงสุดจนงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้ความรู้ และอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ

นายธนาศวรรย์ สมไพบูลย์



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- โกเมศ นาแจ่ม. (2554). *ผลของการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเมโนทัศน์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. (2537). *ความคิดรวบยอด...เรื่องที่คุณควรอ่าน*. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์*. 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2537), 19-22.
- ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. (2554). *การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐพล หนูจิตร์. (2559). *การส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับดวงจันทร์ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับวิธีการสอน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*. 31(3).
- दनัย ไชโยธธา. (2534). *หลักการสอนในสถาบันการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. *คณะกรรมการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. (2525). 31-32.
- ทศนา เขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิตา ชูโต. (2551). *การวิจัยคุณภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: พรินต์โพร
- นวลจิตต์ เขาวงกตพิงส์. (2537). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ : สำนักงานปฏิรูปการศึกษา.
- บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. (2523). *การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด*. *วารสารประชาศึกษา*. 6-17.
- ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล. (2544). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภรณ์ทิพย์ สุภัทรวังศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มานิดา เพชรรัตน์. (2531). การสอนวิทยาศาสตร์. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- มังกร ทองสุคดี. (2521). โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คุรุสภา.
- มังกร ทองสุคดี. (2523). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สามเจริญพานิช.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สวีริยาสาส์น.
- วิชัย ราษฎร์ศิริ. (2522). หลักสูตรการเรียนประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วิไลวรรณ ตรีศรีชนะมา. (2538). สอนอย่างไรให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้. สารพัฒนาหลักสูตร.15(123): 45-49.
- วิไลวรรณ ตรีศรีชนะมา. (2537). แนวคิดบางประการเกี่ยวกับความคิดรวบยอด. สารพัฒนาหลักสูตร.14 (เมษายน-มิถุนายน 2537), 49-51.
- วิโรจน์ สารรัตน์. (2556). กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษา กรณีทัศนคติต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธิ์., 224
- วิชยานนท์ สุทธิโส. (2558). การพัฒนาข้อเสนอแนะเชิงนโยบายของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ภายใต้บริบทอาเซียนในทศวรรษหน้า (พ.ศ. 2556-2565). (วิทยานิพนธ์ระดับดุษฎีบัณฑิต),มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546 ก). การจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546ข). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). การจัดการการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การสอนที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตเคชั่น ซัพพลายส์.

- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม*. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (ม.ป.ป.). *ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอเน็ต*. สืบค้นจาก
<http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>
- สุทธิดา จำรัส. (2555). *แบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการสอนวิทยาศาสตร์*. สืบค้นจาก
<http://chamrat2012.wordpress.com/2012/04/25/model-and-modeling-teaching/>.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). *สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา*. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและการปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1*.
กรุงเทพฯ : เจอนอรัล นวัตกรรม.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สุวัฒน์ มุทษเมธา. (2523). *การเรียนการสอนปัจจุบัน (ศึกษา 333)*. กรุงเทพฯ : พีระพัชรา.
- โสภภาพรณ แสงศัพท์. (2538). *มโนภาพที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ในวิชาแสงที่ได้จากการพิจารณา
คำตอบอย่างเดียวกับวิธีที่พิจารณาทั้งคำตอบและเหตุผลของนักเรียนโปรแกรม
วิทยาศาสตร์ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่ม โรงเรียนที่ 5. รายงานการวิจัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- อำนาจ เจริญศิลป์. (2537). *วิธีสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- อากม จันทร์สุนทร. (2522). *ความคิดรวบยอดและหลักการ*. ครูปริทัศน์. 47-52.
- ฮามิตะ มูสอ. (2555). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง กรด เบส ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- American Association for the Advancement of Science. (2001). *Project 2061 Textbooks
Evaluations: middle grades mathematics, middle grades science, algebra, high-school
biology*. Retrieved from
<http://www.project2061.org/newsinfo/research/texbook/default.html>.
- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H., & Zhan, L. (2010). Engaging elementary student
in scientific modeling: The MoDeLS Fifth-Grade Approach and Findings. *Models and
Modeling in Science Education*, 6(1),195-218

- Bucley, B.C., Gobert, J. D., Kindfield, A.C.H., Horwitz, P., Tinker, R.F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with biologic. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.
- Carnegie Mellon. (2012). *Using Concept Tests*. Retrieved from <http://www.cmu.edu/teaching/assessment/assesslearning/conceptTests.html>.
- Cruickshank, D. R., Bainer, D. L., & Metcaif, K.K. (1995). *The act of teaching (5th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- De Cecco, J. P. (1968). *The Psychology of learning and Instruction: Educational Psychology*. Englewood: Pentice-Hall.
- Fiedman, R. S. (1987). *Understanding Psychology*. New York : McGraw-Hill, Inc.
- Gabler, I. C., & Schroeder, M. (2003). *Constructivist methods for the secondary classroom: engaged minds*. Boston: Allyn and Bacon.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in science education*. Netherlands: Springer.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (2000). *Developing models in science education*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K., & Ireton, S. W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. Arlington: NSTA Press.
- Gilbert, J. K., Bouter, C. J., & Eimer, R. (2000). Positioning models in science education and design and technology education in J.K. Gilbert and C.J. Bouter (des). *Developing Models in Science Education*. (pp.3-17). Netherlands: Kluwer Academic.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2002). Introduction to Model-based teaching and learning in Science Education. *International journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Grosslight, L., C. Unge. and E. Jay. 1991. Understanding Models and their Use in p.14 science: Conceptions of middle and high school students and experts *Journal of Research in Science Teaching*. 28(9), 799-822.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). Learning about atom, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use grade 11b chemistry. *Science Education*, 84(3), 352-381.
- Hestens, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. In berg, E., Ellermeijer, T., & Sloonten, O., *Proceedings GIREP Conference 2006: Modeling in*

Physics and Physics Education. Amsterdam: Amstel Institute, Faculty of Science, University of Amsterdam.

- Hoson, D. (1993). Re-Thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85-142.
- Hung, J. F., & Lin, J. C. (2009). *The development of the simulation modeling system and modeling ability evaluation*. Retrieved from http://www.sersc.org/journals/IJUNESST/vol2_no4/1.pdf
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modeling, and implications for the education of modelers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Khan, S. (2008). Model-based teaching as a source of insight for the design of available science simulation. *Technology Instruction Cognition and Learning*, 6(2), 63-78.
- Littlejohn, P. (2007). Building leaves and an understanding of photosynthesis. *Science Scope*, 30(8), 22-25.
- Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2007). *Assessing modeling skill, meta-cognitive modeling knowledge and meta-modeling knowledge*. Retrieved from http://earli2007.hu/nq/home/scientific_program/programme/proposal_view/&abstractid=71
- Rothenberg, M. E. (1985). *Encyclopedia American*. Danbury Connecticut : Grolier Incorporated.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Sund, R. B., & Trowbridge, L. W. (1973). *Teaching science by inquiry in the secondary school* (2nd ed.). Ohio: A Bell & Howell.



การศึกษาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
นายชนาสวรรย์ สมไพบุลย์

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

การศึกษาความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ
แบบจำลองเป็นฐาน



นายธนาศวรรย์ สมไพฑูลย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4	16
3.1	วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน	55
3.2	การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี	57
4.1	ระดับความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์.....	64



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

- 4.1 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละความถี่ของคำตอบ
ในแต่ละมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน..... 66



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	7
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	7
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองเป็นฐาน ..	19
2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์	29
2.5 บริบทของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร	45
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
3.1 กลุ่มเป้าหมาย.....	54
3.2 เครื่องมือวิจัย.....	54
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	55
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	59

หัวเรื่อง	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	59
3.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	60
บทที่ 4 ผลการวิจัย	63
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
4.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการอภิปราย.....	69
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	69
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม	73
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย.....	80
ภาคผนวก ข แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย.....	99
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	112
ภาคผนวก ง คະແນនបែបវັດគວມເຂົ້າໃຈມโนມិທາງវិທຍາສាសຕ្រី.....	118
ภาคผนวก จ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ.....	121
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	127
ประวัติผู้วิจัย	128

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โลกแห่งการศึกษาได้เปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างมากในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา การศึกษาที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นการสร้างความรู้ความสามารถ และพัฒนาศักยภาพของคน ได้แก่การศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การให้โอกาสแก่ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสรับรู้ เพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ ตลอดจนพัฒนาศักยภาพของแต่ละคนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยปราศจากข้อจำกัดทั้งระดับสติปัญญาความสามารถในการรับรู้และอื่นๆ อีกทั้งยังหวังว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับ เวลา และสถานที่ ที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดทั้งในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ในทุกระดับ (สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ, 2555) โดยเฉพาะการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ ต้องบูรณาการศาสตร์ต่างๆ ต้องอาศัยกระบวนการในการคิด การแก้ปัญหา ร่วมกันทุกภาคส่วน ผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถ และทักษะต่างๆ ผ่านกิจกรรมกลุ่ม การคิด จินตนาการ การทดลอง ลงมือทำ อภิปราย และสะท้อนความคิดของตนเองออกมา ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนจดจำ เข้าใจได้อย่างยาวนาน อาจกล่าวได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษนี้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาทั้งความรู้ และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

จากผลการวัดการศึกษาของประเทศไทยในทุกระดับพบว่ามีปัญหาทั้งในด้านคุณภาพ และประสิทธิภาพ ที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คุณลักษณะ และทักษะกระบวนการ ยังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น.75) ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าในระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 32.8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559) จากผลการประเมินระดับชาติ (Program International Student Assessment; PISA) ปี พ.ศ. 2558 พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน จากคะแนนเฉลี่ย 493 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนมาตรฐาน (Organisation for Economic Co-operation and Development; OECD) เมื่อเทียบกับผลการประเมินPISA ในปี พ.ศ. 2558 กับ ปี 2555 พบว่า คะแนนด้านวิทยาศาสตร์ลดลง 23 คะแนน ถ้าระบบการศึกษาไทยมีส่วนหนึ่งที่มิคุณภาพและสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในระดับสูงได้ แต่ระบบการศึกษาที่

มีคุณภาพนั้นยังมีอยู่เฉพาะในวงจำกัด หากระดับนโยบายสามารถสร้างความเท่าเทียมกันทางการศึกษา โดยขยายระบบการศึกษาที่มีคุณภาพไปให้ทั่วถึง ประเทศไทยก็จะสามารถยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนให้ทัดเทียมกับนานาชาติได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงเป็นการยากที่จะศึกษาความรู้เหล่านั้นได้หมด Bernart (1971) จึงได้เสนอว่า การสอนให้เกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาความรู้อื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2545, น. 225) ที่ว่าการเรียนรู้พัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ มีผลทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนคติในเรื่องนั้น และได้เรียนรู้ทักษะการสร้างมโนคติที่สามารถนำไปใช้ในการทำความเข้าใจมโนคติอื่นๆ ต่อไปได้ รวมทั้งช่วยพัฒนาทักษะการใช้เหตุผล โดยการอุปนัย ทั้งนี้การที่นักเรียนมีมโนคติในเรื่องที่เรียนแล้ว ย่อมลดสิ่งที่จะต้องจดจำรายละเอียดลงได้มาก และการที่นักเรียนมีมโนคติในเรื่องที่เรียนแสดงได้ว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้นเป็นอย่างดีในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาคำตอบ และสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะการคิด และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน และหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันมีการจัดแบ่งเนื้อหาสาระแต่ละตอน เน้นให้มีมโนคติพื้นฐานที่จำเป็นในการศึกษาระดับสูงต่อไป ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนของครูจึงต้องเตรียมเนื้อหาสาระที่เป็นแก่นของความรู้มโนคติของเรื่องนั้น ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าการให้นักเรียนจดจำเนื้อหาทั้งหมดด้วยวิธีการจดจำเนื้อหาที่เรียนทั้งหมด ด้วยวิธีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนามโนคติเพื่อให้สามารถสร้างมโนคติ มีความรู้ความสามารถการคิดมากยิ่งขึ้น

การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนคติหรือมโนทัศน์มีความสำคัญ เนื่องจากการเรียนรู้มโนคติจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูง และนอกจากนั้นยังช่วยให้เรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็วเพราะเกิดการจัดระบบระเบียบของข้อมูลไว้อย่างเรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อได้พบกับสิ่งเร้าใหม่ก็สามารถจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนคติเก่าที่มีอยู่ได้ง่าย (นวลจิต เชาวศิริพิงศ์, 2537, น. 6) การสอนมโนคติมีประโยชน์ต่อความเข้าใจและการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างมาก ทั้งนี้ประสิทธิผลเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอนและผู้เรียนที่ถ่ายทอดกับการเรียนและการถ่ายทอด (ไพเราะ ทิพย์ทัศน์, 2533, น. 148) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้นักเรียนได้เรียนรู้พัฒนามโนคติ เพราะ

นอกจากจะเป็นพื้นฐานของความคิดวิจักษณ์ต่างๆแล้ว ความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้อย่างก้าวหน้าอย่างรวดเร็วหลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถบรรจุทุกเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นไว้ได้หมด สอดคล้องกับที่ ทิศนา ขัมมณี (2551, น. 8-17) เสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาทางด้านพุทธิพิสัย เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาสาระต่างๆ ซึ่งเนื้อหาสาระนั้นอาจอยู่ในรูปของข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด

นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จส่วนใหญ่มักใช้การทดลองค้นคว้างานได้อีกประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 54) แล้วใช้การสร้างแบบจำลองในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นผ่านการวาด กราฟ สมการ หรือข้อความเพื่ออธิบาย หรือสื่อสารความเข้าใจของตนเองซึ่งกล่าวได้ว่าแบบจำลองทางความคิด (National Center for Mathematics and Sciences, 2002) จากนั้นนักวิทยาศาสตร์จะพิจารณาว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายองค์ความรู้วิทยาศาสตร์เหล่านั้นได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็จะปรับปรุงหรือสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ซึ่งถือว่าเป็นสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ เนื่องจากแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการคิดและการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ได้แก่การสำรวจ ตรวจสอบการสร้าง ความเข้าใจและการสื่อสารความรู้ความเข้าใจ (Harrison & Treagust, 2000, p. 1011) การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model Based Learning) เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองภายใน (Internal Modeling) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่าการสร้างองค์ความรู้ (Cognitive Construction) โดยองค์ความรู้ที่ได้มาก็คือ แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) ซึ่งนักเรียนสามารถถ่ายทอดแบบจำลองทางความคิดออกมาได้โดยการสร้างแบบจำลองภายนอก (External Modeling) ขึ้นมาเมื่อนักเรียนสร้างออกมาแล้วแบบจำลองเหล่านี้จะกลายเป็นแบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) (สุทธิดา จำรัส, 2555) ดังนั้นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรสอนให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างเป็นนักวิทยาศาสตร์รวมทั้งจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ กล่าวคือมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สร้างและใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบายเหตุการณ์และปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติ ตลอดจนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 110-113) การสอนในลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้ นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เป็นามธรรมให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นและยังช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นได้ดี

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนนั้น ควรสร้างให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และมีมโนคติเกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาด้วยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำแบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) ใช้เป็นฐานในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีลักษณะเป็นนามธรรมให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นแล้วช่วยจัดระบบเนื้อหาวิชาที่มีจำนวนมากและซับซ้อนผ่านการสร้างและการใช้แบบจำลองอีกครั้งถ้านักเรียนแนะนำแบบจำลองไปใช้ทำนายอธิบายหรือแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ใหม่จะช่วยให้ นักเรียนมีประสบการณ์ และการใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการนำความรู้ไปใช้มากขึ้น และสามารถสร้างแบบจำลองที่แสดงมโนคติ และชัดเจนในระดับที่สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ห้อง 6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 38 คน

1.3.2 เนื้อหา

เนื้อหาการจัดการเรียนการสอนอยู่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เฉพาะเรื่องปฏิกริยาเคมี โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนจำนวน 12 ชั่วโมง โดยมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาดังต่อไปนี้ 1) การเกิดปฏิกริยาเคมี 2) ประเภทของการเกิดปฏิกริยาเคมี 3) สมการเคมี 4) ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี 5) ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกริยาเคมี 6) สารเคมีในชีวิตประจำวัน

1.3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

1.3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์

1.3.4 สถานที่

โรงเรียนบรือวิทยาการ เลขที่ 59 หมู่ 3 ตำบลหนองสิม อำเภอบรือ จังหวัดมหาสารคาม
44130 โทรศัพท์ 043771026

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“แบบจำลอง” หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ต่างๆ เหตุการณ์ หรือระบบความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดย สามารถนำแบบจำลองมาใช้ เพื่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้แก่สิ่งที่เป็น รูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ คำพูด สูตรสมการทางเคมี และสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

“การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน” หมายถึง กระบวนการการเรียนการสอนที่ครู จัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจ คิด ออกแบบแบบจำลอง เพื่อใช้ และสะท้อน ออกมาในลักษณะของการอธิบายสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด ครูใช้วิธีการต่างๆ เช่นการใช้สื่อ ใช้การซักถาม เพื่อ สร้างความสนใจ และนำไปสู่ปัญหาที่ต้องการให้เรียนรู้ นักเรียนคิดวางแผน อภิปรายใช้เหตุผล โดย ใช้ความรู้ที่มีอยู่ออกแบบและสร้างแบบจำลองตามแนวความคิดของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม โดย แสดงออกทางภาพวาด

2. ขั้นประเมินและทบทวนแบบจำลองทางความคิด ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอ ความคิดของกลุ่มที่ได้สร้างขึ้น ตามแนวคิดที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อ สรุปร่างแบบจำลองตามความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ ต่างๆที่ศึกษา ครูทำการประเมินแบบจำลองทางความคิด ว่าสามารถนำมาทำแบบจำลองได้จริง หรือ ควรเพิ่มเติมแก้ไขส่วนใดบ้าง

3. ขั้นสร้างแบบจำลอง นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้ นักเรียนรวบรวมข้อมูล ต่างๆเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ การทำงาน พฤติกรรม และสาเหตุการ เกิดขึ้นของปรากฏการณ์ต่างๆ

4. ขั้นตรวจสอบและประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ออกมานำเสนอ แบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น เพื่อเป็นการสะท้อนความคิด และแลกเปลี่ยนเหตุผล เพื่ออธิบายแนวคิดที่ ใช้ในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเอง ครูและนักเรียนเป็นผู้พิจารณาความถูกต้องของมโนคติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน พร้อมทั้งอธิบายความรู้พื้นฐาน หรือควรเพิ่มเติมแก้ไขแบบจำลองที่ นักเรียนสร้างมาอาจจะมโนคติที่คลาดเคลื่อนให้ปรับปรุงแบบจำลองนั้น

5. ขันขยายแบบจำลอง นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมโดยสามารถนำแบบจำลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ หรือควรเพิ่มเติมสิ่งใดเข้าไป

“ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์” หมายถึง แนวคิดที่นักเรียนมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลบนพื้นฐานของเหตุและผล ซึ่งอาศัยข้อเท็จจริงและหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสรุปต่อสิ่งนั้น วัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดย แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ ที่กำหนดให้นักเรียนเขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นข้อความเชิงเนื้อหาให้ตัวเลือก 4 ตัวเลือก

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลที่ใช้ในการสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1

“กลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์” หมายถึง ระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. กลุ่มความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง และการให้เหตุผลถูกต้อง
2. กลุ่มความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบ หรือการให้เหตุผลของนักเรียนถูกต้องตอนใดตอนหนึ่ง
3. กลุ่มความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบ และการให้เหตุผลของนักเรียนไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบในคำตอบและการให้เหตุผล

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาเคมี ที่สามารถพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

1.5.2 เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับครูผู้สอนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ด้วยการใช้แบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการยกระดับคุณภาพการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจ โนมคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการ
ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน
3. มโนคติทางวิทยาศาสตร์
4. บริบทของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม
วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว
เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของ
ประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล
สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตร
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และสาระเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้การ
งานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งต่อมาได้ผนวก รวมอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) การปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ ยังคงหลักการและโครงสร้างเดิม
ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ ประกอบด้วย 8 กลุ่มสาระการ
เรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และ
วัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและ เทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ แต่
มุ่งเน้นการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและ ความเจริญก้าวหน้าทาง

วิทยาการต่าง ๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 2)

สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) จัดกลุ่มความรู้ใหม่และนำทักษะกระบวนการ ไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและมีทักษะในศตวรรษที่ 21

2) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาต่อระดับที่ สูงขึ้น

3) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เฉพาะเจาะจง แยกส่วนระหว่างผู้เรียนที่เลือกเรียนในแผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในส่วนของแผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น ส่วน มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของแผนการเรียนที่เน้น วิทยาศาสตร์ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนา ส่งเสริมให้มีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ด้านคณิตศาสตร์และ วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องลึกซึ้ง และกว้างขวางตามศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด อันจะเป็นพื้นฐานสู่ความเป็นเลิศ ทางด้าน วิทยาศาสตร์ ศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้

4) ปรับจากตัวชี้วัดช่วงชั้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เป็นตัวชี้วัดชั้นปี 2. กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้เพิ่มสาระเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบและ เทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณ ทั้งนี้เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการ สาระทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กับกระบวนการเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5) สำหรับสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตร สถานศึกษาและจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนใน ระดับการศึกษาขั้น พื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการ เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ จะช่วยให้ผู้ที่ เกี่ยวข้องใช้เป็น แนวทางในการส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตาม มาตรฐานการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2.1.2 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การ

ถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 1.1 - ว 1.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสาร กับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 2.1 - ว 2.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายใน โลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม พายุ อากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 3.1 และ ว 3.2 สำหรับผู้เรียนทุกคนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็น องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ก๊าซ จุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและ หน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอว์โมนกับการ รักษาสมดุลภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร ในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไข ปัญหา

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 4.1 – ว 4.5 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและ สมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้ และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 5.1 – ว 5.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่นเสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมีดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 6.1 – ว 6.4 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์ มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว 7.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาดำเน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีอวกาศ

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 7.1 – ว 7.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และ สิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

หมายเหตุ: มาตรฐาน ว 8.1 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1–6

2.1.3 ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้ กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มี การทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนด สาระสำคัญไว้ 8 สาระ ดังนี้

2.1.3.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์ และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต

2.1.3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

2.1.3.3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

เรียนรู้เกี่ยวกับโลกในเอกภพ ระบบโลก และมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงของโลก

2.1.3.4 ชีววิทยา

เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารเคมีในสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรม และการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่างๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.3.4 เคมี

เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

2.1.3.5 ฟิสิกส์

เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการค้นหาทางฟิสิกส์ แรง และการเคลื่อนที่ พลังงาน

2.1.3.6 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยา และการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

2.1.3.7 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยี

เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และ สิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ

เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการ

คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.4 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1.4.1 ตัวชี้วัด

- 1) ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และ พลังงานเมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) ทดลอง อธิบายและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาของสารต่างๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 3) สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
- 4) สืบค้นข้อมูลและอธิบายการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง ปลอดภัย วิธีป้องกันและแก้ไขอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี

2.1.4.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา อธิบาย ทดลอง สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ สำรวจ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และพลังงานเมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีของสารต่างๆ ผลของสารเคมี ปฏิกิริยาที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย วิธีป้องกันและแก้ไขอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุหนึ่ง หรือวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง ผลของความสว่างของแสงที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตๆ การดูดกลืนแสง การมองเห็นสีของวัตถุ ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน สมบัติของดิน และกระบวนการเกิดดินการใช้ประโยชน์และปรับปรุงคุณภาพของดิน กระบวนการเกิดและลักษณะองค์ประกอบของหิน องค์ประกอบและสมบัติของหิน เพื่อจำแนกลักษณะของหิน ลักษณะทางกายภาพของแร่ กระบวนการเกิด ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหิน น้ำมันดิบ ลักษณะแหล่งน้ำธรรมชาติ การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์แหล่งน้ำในท้องถิ่น การเกิดแหล่งน้ำบาดาล แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม การตกผลึก และผลของกระบวนการดังกล่าวอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.1.4.3 ผลการเรียนรู้

- 1) เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานมาเกี่ยวข้องซึ่งอาจเป็นการดูดพลังงานความร้อน หรือคายพลังงานความร้อน
- 2) อุณหภูมิ ความเข้มข้น ธรรมชาติของสาร และตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร
- 3) สมการเคมีใช้เขียนแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร ซึ่งมีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์
- 4) ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส และกรดกับคาร์บอเนตเป็นปฏิกิริยาเคมี มีที่พบทั่วไป
- 5) การเลือกใช้วัสดุ และสารรอบตัวในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย โดยคำนึงถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
- 6) สารเคมีและปฏิกิริยาเคมี มีทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม
- 7) การใช้สารเคมีต้องมีความระมัดระวัง ป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น โดยใช้ให้ถูกต้อง ปลอดภัยและคุ้มค่า
- 8) ผู้ใช้สารเคมีควรรู้จักสัญลักษณ์ เตือนภัยบนฉลาก และรู้วิธีการแก้ไข และการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมี

2.1.4.4 โครงสร้างเนื้อหาวิจัย

ซึ่งในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ตามหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ของอักษรเจริญทัศน์ ซึ่งตรงกับสาระการเรียนรู้ที่ 5 แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4

แผน ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มฐ./ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/สาระการเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)	น้ำหนัก คะแนน
1	ปฏิกิริยาเคมี	ว 3.2 ม 2/1	กระบวนการที่เกิดจากการที่ สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้ว ส่งผลให้เกิดสารใหม่	2	2
2	สมการเคมี	ว 3.2 ม 2/2	การเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งสามารถ เขียนสมการเคมีแสดงการ เกิดปฏิกิริยาของสารได้ มีการเขียน สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น	2	2
3	พลังงานกับ การ เกิดปฏิกิริยา	ว 3.2 ม 2/2	มวลของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจาก ปฏิกิริยาเคมีในระบบปิดจะมีค่า เท่ากับมวลของสารเริ่มต้นก่อน เกิดปฏิกิริยาตามกฎทรงมวล	2	2
4	ชนิดของสาร ต่อการเกิด ปฏิกิริยาเคมี	ว 3.2 ม 2/1	สิ่งที่มีผลให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นเร็ว หรือช้า เช่น ชนิดของสารหรือ ธรรมชาติของสาร	2	2
5	ปฏิกิริยาเคมีต่อ ชีวิตและ สิ่งแวดล้อม	ว 3.2 ม 2/1	ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันมี ผลกระทบต่อการค้ารงชีวิตและ สิ่งแวดล้อมมากมาย	2	2
6	สารเคมีใน ชีวิตประจำวัน	ว 3.2 ม 2/3	การใช้สารเคมีต้องมีความ ระมัดระวัง ป้องกันไม่ให้เกิด อันตรายต่อตนเองและผู้อื่น โดยใช้ ให้ถูกต้อง	2	2

จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 ผู้วิจัย
ดำเนินการศึกษาวิจัยตามแกนกลางหลักสูตรขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการ และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี กระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เรื่องปฏิกิริยาเคมีด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง เพื่อศึกษาความเข้าใจ โนมติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

2.1.5 กระบวนการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ความแตกต่างระหว่างบุคคลส่งผลให้ผู้เรียนมีวิธีการของตนเอง อันเกิดจากสภาวะแวดล้อม บุคลิกภาพ อารมณ์ และสังคมของแต่ละบุคคล สิ่งที่ผู้เรียนได้รับการถ่ายทอดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่องทั้งในห้องเรียนและในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการในการเรียนรู้ของตนเอง แบ่งได้ตามกลุ่มของผู้เรียนที่มีลักษณะและวิธีการที่เหมือนกันออกได้เป็นหลายแบบ แนวคิดในเรื่องระดับของกระบวนการในการเรียนรู้ที่ เกร็ก และล็อกฮาร์ท (Craik and Lockhart, 1972) ได้เสนอว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีหลายระดับ เราสามารถเรียนรู้และจำสิ่งต่าง ๆ ที่มีความหมายกับตัวเราได้ เพราะมีการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการมากกว่าการกระตุ้นให้เรียนรู้ ความลึกของกระบวนการเรียนรู้เป็นความละเอียดของกระบวนการ การเรียนรู้แบบลึกจะทำให้เข้าใจได้ละเอียดและระลึกถึงข้อมูลต่างๆ ได้มากแต่ไม่ได้หมายความว่าทุกอย่างที่เรียนรู้จำเป็นต้องมีการเรียนรู้แบบลึกเสมอไป เพราะในการเรียนรู้บางเรื่องก็มีความต้องการเพียงแค่ ความรู้ความจำความเข้าใจและการนำไปใช้ ในขณะที่ขั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ที่อยู่ในขั้นการเรียนรู้แบบลึกก็อาจไม่มีความจำเป็น (Cox and Clark, 1998)

2.1.6 แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน นักเรียนจะมีโอกาสใช้กระบวนการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลมาจากระบบให้สอดคล้องกับหลักการแนวคิด และทฤษฎี เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ครั้งนั้นๆ การสอนวิทยาศาสตร์จึงได้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ และค้นพบทั้งความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้

กรมวิชาการ (2545, น. 3) โดยกรมวิชาการระบุว่าจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความหมายในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญ ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและมีผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 182) การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี ควรสอนให้ผู้เรียนได้ความรู้ครบถ้วนทั้งส่วนของความรู้ และส่วนของกระบวนการ ซึ่งในการปฏิบัติจริงไม่มีวิธีสอนใดที่มีความสมบูรณ์แบบ และผลิตบุคลากรทางการศึกษาได้ตามแต่ใจผู้สอนต้องการ เพียงแต่สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ในห้องเรียนให้ความสนใจและปฏิบัติตามได้นับว่าเป็นการสอนที่ดี

สมาคมพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (2001, p. 9) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต้องปลูกฝังให้นักเรียน ได้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายความว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้อง สามารถอธิบาย สามารถตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง เมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่เกิดขึ้น หรือมีดหรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจจะเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ใน ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่ต่างกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

กล่าวโดยสรุปเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งที่จะส่งเสริมกระบวนการสร้างปัญญาของนักเรียนรวมถึงการสร้างจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องการให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มวลมนุษย์ สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล ที่ส่งผลกระทบต่อกันและกัน มีคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ไปพร้อมๆ กัน

2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.2.1 ความหมายและความสำคัญของแบบจำลอง

Justi and Gilbert (2002, pp. 369-387) แบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาเคมี แบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ง่ายขึ้น มองเห็นสิ่งที่เป็นามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ กระทำช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ การสร้างแบบจำลองจะมีวัตถุประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง แบบจำลองที่สร้างขึ้นอันมีขนาดเล็กกว่าเป้าหมาย เช่นแบบจำลองรถไฟ หรือมีขนาดใกล้เคียงกับเป้าหมาย เช่นแบบจำลองอวัยวะมนุษย์ หรือมีขนาดใหญ่กว่าเป้าหมายก็ได้ เช่นแบบจำลองของไวรัส

Gilbert and Lreton (2003, p. 25) แบบจำลองเป็นคำที่แปลมาจากภาษาอังกฤษจากคำ ว่า Model ทั้งนี้ได้มีผู้ให้คำแปลภาษาไทยโดยใช้คำว่า โมเดล แบบจำลอง ต้นแบบ แบบแผน ตัวแบบ ซึ่งแบบจำลองมีความหมายว่าสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบจำลอง คือ ระบบของวัตถุหรือสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นตัวแทนของระบบ อื่นๆที่เรียกว่า “เป้าหมาย” ซึ่งได้แก่ ระบบแนวคิด วัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ ต่างๆ

จากความหมายและความสำคัญประเภทของแบบจำลองที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ต่างๆเหตุการณ์หรือระบบความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยสามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนรู้ของนักเรียนได้แก่สิ่งที่เป็น รูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ คำพูด สูตรสมการทางเคมี และสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น และมีบทบาทหน้าที่ ที่สำคัญของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้คือ 1) เป็นตัวแทนของสัญลักษณ์ในการบรรยายปรากฏการณ์ต่างๆที่ซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น 2) ทำให้เอกลักษณ์ที่มีความเป็นนามธรรมมีความชัดเจนมากขึ้น 3) เป็นพื้นฐานสำหรับการตีความหมายจากผลการทดลอง 4) ทำให้คำอธิบายได้รับการพัฒนา 5) เป็นพื้นฐานที่ใช้สำหรับการทำนายซึ่งแบบจำลองนั้นเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

2.2.2 ประเภทของแบบจำลอง

Gilbert (2005, pp. 89-121) ได้จำแนกของแบบจำลองดังนี้

1. ประเภทของแบบจำลองแบ่งตามพื้นที่ของหลักภาวะวิทยา (Ontology) หรือแบ่งตามวัตถุประสงค์และหน้าที่ของแบบจำลองที่ใช้ในการสอนและการเรียนรู้ในบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) คือแบบจำลองของแต่ละบุคคลที่อาจจะสร้างโดยตัววัดตัวบุคคลเองหรือสร้างร่วมกับกันเป็นกลุ่ม

1.2 แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) คือ แบบจำลองทางความคิดที่ถูกนำเสนอหรือแสดงออกให้ผู้อื่นได้รับรู้ในรูปแบบต่างๆเช่น คำพูด ภาพวาด และท่าทาง เป็นต้น

1.3 แบบจำลองมติของกลุ่ม (Consensus Model) หรือแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับภายในกลุ่มซึ่งแบบจำลองของแต่ละกลุ่มอาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ การทดลอง ประสิทธิภาพ และการอธิบายของแต่ละกลุ่ม

1.4 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Model) คือแบบจำลองที่ได้รับการตรวจสอบอย่างเป็นทางการ มีการเผยแพร่ในวารสารต่างๆและได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์

1.5 แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ (Historical Model) คือ แบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับว่าเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองโครงสร้างอะตอมที่แสดงวิวัฒนาการของการสร้างแบบจำลอง

2. ประเภทของแบบจำลองแบบแบ่งตามเกณฑ์ของการเป็นตัวแทนในการแสดงออกแบ่งได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

2.1 แบบจำลองเชิงรูปธรรม (Concrete Model) คือ แบบจำลองของวัตถุ 3 มิติเป็นตัวแทนในการอธิบาย เช่น ใช้พลาสติกเป็นตัวแทนของโมเลกุล เป็นต้น

2.2 แบบจำลองเชิงคำพูด (Verbal Model) คือ แบบจำลองคำพูดภาษาในการบรรยายอธิบายเล่าเรื่องเปรียบเทียบหรืออุปมาอุปไมยปรากฏการณ์ต่างๆ

2.3 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) คือ แบบจำลองที่เป็นสัญลักษณ์ สูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณเช่นสมการไอน์สไตน์ แสดงความสัมพันธ์ของพลังงานและมวลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุเขียนเป็นแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ได้เป็น $E=mc^2$

2.4 แบบจำลองเชิงรูปภาพ (Visual or Diagrammatic Model) คือ แบบจำลองที่มองเห็นในลักษณะ 2 มิติที่อยู่ในรูปแบบต่างๆเช่น กราฟ แผนผัง แผนภาพ ผังความคิด และรูปภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

2.5 แบบจำลองเชิงลักษณะท่าทาง (Gestural Model) คือ แบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย เพื่อจำลองสถานการณ์ต่างๆเช่น การเคลื่อนที่ของผู้เรียนรอบรอบเพื่อนๆ เพื่อจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เป็นต้น

Johnson-Laird (1983, p. 78, อ้างถึงใน โปธิศักดิ์ โปธิเสน, 2558) ได้ทำการแบ่งประเภทของแบบจำลองได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แบบจำลองทางความคิดเชิงกายภาพ (Physical Model) จะเป็นตัวแทนของสิ่งที่เป็นรูปธรรมในโลก

2. แบบจำลองทางความคิดเชิงแนวคิด (Conceptual Mental Model) จะเป็นตัวแทนของสิ่งที่มีความเป็นนามธรรมนั้นคือแบบจำลองทั้งสองประเภทนี้เป็นตัวแทนของสิ่งใดๆในโลกที่มีจริง และมีจินตนาการนั่นเอง

Boulter and Buckley (2000) แบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะการแสดงออกของแบบจำลองดังนี้

1. รูปธรรม (Concrete Model) เป็นแบบจำลองที่สามารถสัมผัสได้ สร้างเป็น 3 มิติ ถ้าแบบจำลองนั้นมีลักษณะเหมือนกับเป้าหมายแต่มีสัดส่วนเล็กกว่าจะเรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า Scale Model เช่นแบบจำลองอะตอมพลาสติก แต่ถ้าแบบจำลองนั้นมีลักษณะและสัดส่วนไม่เหมือนเป้าหมาย แต่มีหน้าที่การทำงานที่สามารถอธิบายเป้าหมายได้เรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า functional Model เช่นแบบจำลองระบบสุริยะ เป็นต้น

2. คำพูด (Verbal Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำพูดหรือคำอธิบายในการบรรยายข้อความรู้ต่างๆกับลักษณะที่แสดงออก เช่น คำพูดในการอธิบายการทำงานของเซลล์เหมือนกับโรงงาน เป็นต้น

3. คณิตศาสตร์ (Mathematical Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณ เช่นสัญลักษณ์หรือสมการคณิตศาสตร์

4. ภาพ (Visual or Diagrammatic Models) เป็นแบบจำลองที่สามารถมองเห็นได้ใน 2 มิติ เช่น กราฟ แผนภาพ รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

5. ลักษณะท่าทาง (Gestural Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อจำลองถึงสถานการณ์ต่างๆ เช่น การเดินขึ้นบันไดของนักเรียนเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอน เป็นต้น

จากการศึกษาความคิดเห็นของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้น สรุปว่า การแบ่งประเภทของแบบจำลองขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการอธิบายแบบจำลองนั้นๆ รวมถึงวิธีการหรือกระบวนการที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน

2.2.3 ลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลอง

Justi and Gilbert (2006, p.51) แบบจำลองเป็นหัวใจสำคัญและมีส่วนช่วยในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์มาใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของเป้าหมาย (Target) เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการทำความเข้าใจมาถ่ายทอดแนวคิดเหล่านี้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายขึ้นซึ่งลักษณะทั่วไปของแบบจำลองที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายซึ่งเป้าหมายนั้นอาจเป็นสิ่งของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎโดยแบบจำลองถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะกล่าวคือ นำมาใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์

2. แบบจำลองใช้การเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความชัดเจนของเป้าหมายและการเปรียบเทียบทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงแบบจำลองได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การตั้งสมมติฐานจากแบบจำลองเพื่อทำนายผล ทำให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

3. แบบจำลองมีความแตกต่างจากเป้าหมาย อาจเล็กหรือใหญ่กว่าเป้าหมายก็ได้ทำให้แบบจำลองสามารถใช้ได้ง่ายกว่า เช่น หากเป้าหมายมีขนาดเล็กและซับซ้อนเช่น อะตอม นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นมา หรือในกรณีที่เป้าหมายมีขนาดใหญ่เกินไปยากต่อการศึกษา เช่น ระบบสุริยะจักรวาล นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาลขึ้นมาซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแทนของเป้าหมาย

4. แบบจำลองสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้

5. แบบจำลองแสดงลักษณะของปรากฏการณ์หรือวัตถุทั้งหมด เช่น ภาพวาดของหลอดทดลอง แบบจำลองอะตอม หรือแบบจำลองอาจแสดงเพียงส่วนของปรากฏการณ์หรือวัตถุ เช่น ภาพวาดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในหลอดทดลอง ภาพวาดแสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน เป็นต้น

6. แบบจำลองบางชนิดจะแสดงตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือเอกลักษณ์ เช่น การแสดงเส้นการไหลของพลังงาน การแสดงเวกเตอร์ของแรง พันธะเคมี เป็นต้น

7. แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม ในแบบจำลองเดียวกัน เช่น การแสดงแรงผลักต่อโต๊ะเรียน

8. แบบจำลองสามารถแสดงแทนระบบหรือลำดับของเอกลักษณ์ของสิ่งต่างๆที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น แบบจำลองอะตอมของคาร์บอนในเพชร เป็นต้น

9. แบบจำลองสามารถแสดงแทนเหตุการณ์หรือช่วงการเกิดพฤติกรรมของระบบ เช่นแบบจำลองแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อเลือกผ่าน เป็นต้น

10. แบบจำลองสามารถแสดงกระบวนการที่มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่า เช่น แบบจำลองแสดงการทำงานของระบบร่างกาย เป็นต้น

Gilbert and Ireton (2003, p. 34) ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะแบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองเหล่านี้มีลักษณะที่สำคัญ) ได้เสนอ ไว้ดังนี้

1. ไม่เป็นของจริง (Artificial) เพราะแบบจำลองทุกชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจริงไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของสิ่งอื่นๆซึ่งคำว่าไม่เป็นของจริงในที่นี้ไม่ได้หมายความว่า เป็นของปลอม

2. คำนึงถึงประโยชน์เป็นหลัก (Utilitarian) แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์บางอย่างกล่าวคือ มักจะใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายแทนที่จะใช้เป็นตัวแทนของเป้าหมายทั้งหมด เช่น แบบจำลองของโลกจะใช้ประโยชน์เพื่ออธิบายลักษณะทางภูมิศาสตร์แต่จะไม่ใช้เพื่อการศึกษากระบวนการทางธรณีวิทยา เป็นต้น

3. ง่าย (Simplified) แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นจะต้องมีกระบวนการสร้างแบบง่ายๆไม่ซับซ้อนและมีข้อมูลหรือรายละเอียดน้อยกว่าเป้าหมาย

4. ต้องตีความหมาย (Interpreted) แบบจำลองจะต้องตีความหมายเพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่เป้าหมาย การตีความหมายของแบบจำลองจะยากง่ายไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับประเภทของแบบจำลอง

5. มีความไม่สมบูรณ์ (Imperfect) แบบจำลองทุกชนิดจะไม่มี ความสมบูรณ์ในการเป็นตัวแทนของเป้าหมายเนื่องจากมีเฉพาะเป้าหมายเท่านั้นที่ถือว่าสมบูรณ์ที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะแบ่งเป็นหลายประเภทตามแต่เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกก็ตาม แต่ธรรมชาติของแบบจำลอง ตลอดจนลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้นจะเป็นตัวกำหนดถึงปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ใดควรเลือกใช้แบบจำลองแบบใด ซึ่งบทบาทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลสืบเนื่อง จากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างและทดสอบแบบจำลองด้วยตนเองได้

2.2.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Gilbert et al.(2000, p.55) ในกระบวนการสร้างแบบจำลอง หลังจากนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองค้นคว้าได้ข้อสรุปหลักการหรือกฎใหม่ๆ แล้วนักวิทยาศาสตร์จะพิจารณาว่าแบบจำลองต่างๆที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายข้อสรุปหลักการหรือกฎเหล่านั้นได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็จะปรับปรุงหรือสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ฝึกสร้างหรือปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ครูควรพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาแบบจำลองมาอธิบายสิ่งต่างๆ ถ้าอธิบายไม่ได้ก็ควรให้นักเรียนรองหรือสร้างแบบจำลองใหม่มาอธิบายซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้เรียกว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Buckley et al. (2004, p. 24) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึงกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยการผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้นอย่างต่อเนื่อง โดยหลักการในการจัดการเรียนรู้นั้นเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา นอกจากนั้นนักเรียนจึงแสดงออกแบบจำลอง (Express Model) ที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูดสัญลักษณ์ และรูปภาพ เป็นต้น ต่อมานักเรียนทำการทดสอบ (Test) และประเมินผล (Evaluate) แบบจำลองโดยการนำไปทดสอบใช้เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น รวมทั้งขยายแบบจำลอง (Elaboration) เพื่อขยายแนวความคิดให้กว้างขึ้น; Gobert and Buckley, 2002, p. 892) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียนคือจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วของนักเรียนเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการบนพื้นฐานแนวความคิดพุทธิปัญญา (Cognitive Psychology) และการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Science Education) (Buckley et al., 2004, p. 169) โดยมีแนวความคิดหลักว่า “ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดปรากฏการณ์ที่ศึกษาหลังจากนักเรียนได้มีการแก้ปัญหา (Problem-Solving) การลงข้อสรุป (Inferencing) หรือการให้เหตุผล (Reasoning), (Johnson-Laird, 1983 cited in Buckley et al., 2004, p. 23) และนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมบูรณาการเข้ากับสารสนเทศใหม่และได้ขยายความรู้ต่อไป”

Gobert and Buckley (2002, p. 892) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองไว้ตามลำดับดังนี้

1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปอ้างอิงแบบจำลองตามความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่ศึกษา
3. นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองในขั้นนี้ นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกันทางข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่การทำงานพฤติกรรมและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ต่างๆนั้นเขียนเป็นแผนผังความคิด (Concept Mapping) โดยเปรียบเทียบจากเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน (Analogous System) ที่นักเรียนทราบจากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง
4. นำแบบจำลองไป ใช้ประเมินในขั้นนี้ นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นถูกปฏิเสธเนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอนักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision) และการแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่ศึกษาได้ดีขึ้น
5. ขยายแบบจำลอง (Elaboration) ในขั้นนี้ นักเรียนอาจจะนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปพร้อมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

จากแนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนที่ครูจัดกิจกรรมที่เปิด โอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้นๆ อย่างต่อเนื่อง หลักการในการจัดการเรียนรู้นั้นเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model) ที่เป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆที่ศึกษาต่อมานักเรียนจึงนำเสนอความคิดของตน โดยแสดงออกเป็นแบบจำลอง (Express Model) ที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปประธรรม คำพูด สัญลักษณ์ รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนทำการทดสอบ (Test) และประเมินผล (Evaluate) แบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยการนำไปทดลองใช้เพื่อสนับสนุนปรับปรุงหรือปฏิเสธแบบจำลองหากไม่เหมาะสมในการเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นๆ โดยให้ครุมีส่วนร่วมในการประเมินด้วย เมื่อนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้มีความเหมาะสม แล้วจึงนำแบบจำลองไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อขยายแนวความคิดให้กว้างขึ้นต่อไป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยการใชรูปแบบของ Gobert and Buckley (2002, p. 892) Buckley et al. (2004, p. 24) โดยปรับให้เหมาะสมกับบริบทและเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนเรียงลำดับดังต่อไปนี้

1. **ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด** ครูใช้วิธีการต่างๆ เช่นการใช้สื่อ ใช้การซักถาม เพื่อสร้างความสนใจ และนำไปสู่ปัญหาที่ต้องการให้เรียนรู้ นักเรียนคิดวางแผน อภิปรายใช้เหตุผล โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ออกแบบและสร้างแบบจำลองตามแนวความคิดของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม โดยแสดงออกทางภาพวาด
2. **ขั้นประเมินและทบทวนแบบจำลองทางความคิด** ครูให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอความคิดของกลุ่มที่ได้สร้างขึ้น ตามแนวคิดที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปอ้างอิงแบบจำลองตามความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่ศึกษา ครูทำการประเมินแบบจำลองทางความคิด ว่าสามารถนำมาทำแบบจำลองได้จริง หรือควรเพิ่มเติมแก้ไขส่วนใดบ้าง
3. **ขั้นสร้างแบบจำลอง** นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ การทำงาน พฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ต่างๆ
4. **ขั้นตรวจสอบและประเมินแบบจำลอง** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ออกมาแนะนำเสนอแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น เพื่อเป็นการสะท้อนความคิด และแลกเปลี่ยนเหตุผล เพื่ออธิบายแนวคิดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเอง ครูและนักเรียนเป็นผู้พิจารณาความถูกต้องของมโนคติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน พร้อมทั้งอธิบายความรู้พื้นฐาน หรือควรเพิ่มเติมแก้ไขแบบจำลองที่นักเรียนสร้างมาอาจจะมโนคติที่คลาดเคลื่อนให้ปรับปรุงแบบจำลองนั้น
5. **ขั้นขยายแบบจำลอง** นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมโดยสามารถนำแบบจำลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ หรือควรเพิ่มเติมสิ่งใดเข้าไป

2.2.5 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิทยาศาสตร์ได้ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ 4 คำ คือ Modeling, Making Model and Formulating Model, Constructing Model และ Model Building ซึ่งความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Nicolaou and Constantinou (2007, p.91) ได้ระบุลักษณะของความสามารถในการสร้างแบบจำลองว่าประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบหลักได้แก่

1. ทักษะการสร้างแบบจำลอง ประกอบไปด้วย 4 ลักษณะได้แก่

1.1 การสร้างแบบจำลอง

1.2 การกำหนดองค์ประกอบของแบบจำลอง

1.3 ความสามารถในการเปรียบเทียบและสร้างความแตกต่างของแบบจำลองของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเดียวกันแล้วระบุข้อดีและข้อจำกัด

1.4 การประเมินแบบจำลองโดยเทียบกับปรากฏการณ์ที่แท้จริงและสร้างแนวคิดเพื่อการปรับปรุงแบบจำลอง

2. ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างแบบจำลอง (Knowledge about The Modelling Process) เป็นความสามารถในการบรรยายและสะท้อนการปฏิบัติได้อย่างชัดเจนในแต่ละขั้นตอนขั้นของกระบวนการสร้างแบบจำลอง

3. ความรู้เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง เป็นความเข้าใจในวัตถุประสงค์และประโยชน์ของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Hung and Lin (2009, pp. 74-80) ได้แบ่งความสามารถในการสร้างแบบจำลองตามลำดับขั้นของการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย 5 ลักษณะได้แก่

1. การเริ่มแบบจำลอง โดยพิจารณาส่วนประกอบของประเภทการอ้างอิงและความเหมาะสมเพื่อสร้างแบบจำลอง

2. การสร้างแบบจำลอง โดยคำนึงถึงความประสานกันตัวแปรโมเดลและกด

3. การพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง โดยคำนึงถึงความสอดคล้องความสมบูรณ์และความคงเส้นคงวาทั้งภายในและภายนอกของแบบจำลอง

4. การวิเคราะห์แบบจำลอง โดยคำนึงถึงประเด็นทางคณิตศาสตร์การให้เหตุผลที่สอดคล้องกันและตรงกัน

5. การนำแบบจำลองไปใช้ โดยสามารถระบุข้อจำกัดปัญหาที่เกิดขึ้นในการจะนำไปใช้ขอบเขตของแบบจำลองแนวทางการแก้ไข

Schwarz et al. (2009, pp. 635-636) อธิบายความสามารถในการสร้างแบบจำลองไว้ว่าเป็นการสร้างความรู้และการใช้แบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. กระบวนการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วย

1.1 การสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับหลักฐานและทฤษฎีเพื่อให้ยกตัวอย่างอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

1.2 ใช้แบบจำลองในการยกตัวอย่างที่ทำนายปรากฏการณ์

1.3 เปรียบเทียบและประเมินความสามารถของแบบจำลองที่ต่างกันเพื่อแสดงอธิบายแผนในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและทำนายปรากฏการณ์ใหม่

1.4 ปรับปรุงแบบจำลองเพื่อที่จะเพิ่มอำนาจในการทำนายและอธิบาย โดยพิจารณาถึงหลักฐานหรือลักษณะของปรากฏการณ์เพิ่มเติม

2. ความรู้ที่ใช้สร้างแบบจำลองในการสร้างแบบจำลอง นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ธรรมชาติและเกณฑ์ในการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง

2.1.1 แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้าใจเพื่อจะสร้างความรู้

2.1.2 แบบจำลองเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ

2.1.3 แบบจำลองสามารถใช้ในการพัฒนาความเข้าใจใหม่หรือใช้ในการทำนายลักษณะใหม่ๆของปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

2.1.4 แบบจำลองถูกใช้ในการยกตัวอย่างอธิบายและทำนายปรากฏการณ์

2.2 ธรรมชาติของแบบจำลอง

2.2.1 แบบจำลองสามารถแทนที่ไม่สามารถมองเห็นและไม่สามารถเข้าถึง

2.2.2 แบบจำลองที่แตกต่างกันสามารถทำให้เกิดประโยชน์ที่แตกต่างกัน

2.2.3 แบบจำลองเป็นตัวแทนของสิ่งที่มีข้อกำหนดในปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.2.4 แบบจำลองสามารถเปลี่ยนเพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.2.5 แบบจำลองมีได้หลายรูปแบบเช่นแผนภาพวัสดุสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

2.3 เกณฑ์ในการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง

2.3.1 แบบจำลองจำเป็นต้องยึดอยู่บนฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2.3.2 แบบจำลองจำเป็นต้องรวมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา

จากความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงการใช้ความรู้หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และมีองค์ประกอบในการสร้างแบบจำลองที่สำคัญดังนี้

1. การเลือก
2. การสร้าง
3. การวิเคราะห์
4. การประเมิน
5. การนำไปใช้
6. การปรับปรุง
7. ความรู้ที่ใช้สร้างแบบจำลอง

2.3 มโนคติทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของมโนคติ

คำว่า “มโนคติ” มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Concept” บางคนใช้คำว่า ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ มโนภาพ คอนเซปต์ ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน

วิชย ราชกูรศิริ (2522, น. 106) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจ ขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในระยะเวลาหนึ่ง มโนคติจะเปลี่ยนไปได้ถ้าผู้เรียนมีประสบการณ์เพิ่มขึ้น มีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

อาคม จันทสุนทร (2522, น. 47) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆอย่าง หลากๆแบบแล้วได้ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวกให้เกิดความคิดความเข้าใจโดยสรุปรวมในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523, น. 7) ให้ความหมายว่า หมายถึง การสรุปความคิดของคนเป็นผลจากการรับรู้ของคนที่มีต่อสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับคนในธรรมชาติและสังคม เป็นความคิดหลายชั้นหลายระดับนับตั้งแต่เรื่องง่ายๆธรรมดาไปสู่ความคิดที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนมีลักษณะเป็นนามธรรมที่คนเรารับรู้จากประสาทสัมผัสกลายเป็นประสบการณ์ที่คนแปลความหมายแทนได้อีกต่อหนึ่ง จัดหมวดหมู่ หรือแยกประเภท หรือบอกลักษณะ โดยทั่วไปเหล่านี้เป็นต้น

ทพวงมหาวิทาลัย (2525, น. 28) คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุ อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับ สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

มานิดา เพชรรัตน์ (2531, น. 44) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ สิ่งของหรือประสบการณ์ต่างๆ โดยการนำเอาการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

ภพ เลหาไพบูลย์ (2534, น. 3) ได้กล่าวว่า มโนคติเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่ บุคคลใดบุคคลหนึ่งจะนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขาทำให้เกิดความเข้าใจ เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นทำให้เขามีความรู้ขึ้น แต่ละบุคคลย่อมมีมโนคติเกี่ยวกับวัตถุหรือ ประสบการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น และ ยังได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่าหมายถึง ความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุ หรือ ประสบการณ์ต่างๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

คณัย ไชยโยธา (2534, น. 20) ให้ความหมายว่า หมายถึง สารสำคัญที่สุดที่ผู้สอน ต้องการจะเน้น หรือเรียกสั้นๆว่าแก่นของเรื่องนั้นๆ

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2537, น. 55) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความเข้าใจทั้งหมด ที่มีต่อสิ่งของ หรือสภาพการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ความคิดรวบยอดนี้จะอยู่ในรูปของนามธรรมเกิด จากผลสรุปการรับรู้ลักษณะของสิ่งนั้นๆ

วิไลวรรณ ตรีศรีชนะมา (2537, น. 49) ให้ความหมายว่า หมายถึง แนวคิดสำคัญที่ดี จากการสรุปหรือกลั่นกรองจากข้อมูลหรือข้อเท็จจริง การสรุปอาจจะได้เป็นถ้อยคำ หรือประโยค กะทัดรัดและสื่อความหมายได้ หรืออาจสรุปออกมาเป็นกลุ่มเป็นประเภทในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า(2537, น. 19) ให้ความหมายว่า หมายถึงกลุ่มของเหตุการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะบางประการ หรือหลายประการร่วมกันอยู่อาจเป็นวัตถุสิ่งของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนดินฟ้าอากาศหรืออื่นๆ

อำนาจ เจริญศิลป์ (2537, น. 149) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับสิ่งใด สิ่งหนึ่งซึ่งเป็นผลสรุปที่ได้จากลักษณะเด่นๆหลายๆประการที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540, น. 53) ให้ความหมายว่า หมายถึง การสังเคราะห์หรือบอก ความสัมพันธ์ในเชิงตรรกศาสตร์จากข้อมูลที่ตรงประเด็น เป็นผลผลิตจากการใช้จินตนาการการ ตัดสินอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน มโนคติเป็นสิ่งที่ซับซ้อนกว่าการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบอยู่แล้ว เพื่อความเข้าใจในเรื่องที่กำลังสนใจศึกษา

De Cecco (1968, p. 388) ให้ความหมายว่า มโนคติหมายถึงประเภทหรือ ชนิดของสิ่ง เเราที่มีลักษณะต่างๆรวมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้ อาจเป็นสิ่งของ เหตุการณ์ต่างๆ หรือบุคคลก็ได้

Rothenberg (1985, p. 500) ให้ความหมายว่า มโนคติหมายถึงความคิดที่ประกอบด้วย แนวคิดต่างๆซึ่งมีลักษณะพิเศษและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล

Fieldman (1987, p. 210) ให้ความหมายว่า มโนคติหมายถึง การจัดกลุ่มสิ่งของ เหตุการณ์ หรือ คน ที่มีคุณสมบัติคล้ายกันไว้ด้วยกัน

จากความหมายของคำว่า มโนคติตามที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ให้ไว้ นั้น ผู้วิจัยพอที่จะกล่าวโดยสรุปได้ว่า มโนคติ หมายถึง ความคิดรวมสุดท้ายที่บอกให้ทราบถึงลักษณะใดลักษณะหนึ่งของวัตถุ สิ่งของ หรือ เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับมาประมวลผลเข้าด้วยกัน

2.3.2 ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

มโนคติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนคติหนึ่งอาจเกิดจากการนำเอามโนคติหลายๆ มโนคติมาสัมพันธ์กัน อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นมโนคติที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่เน้นหนักในเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด ดังนั้นข้อมูลต่างๆทางวิทยาศาสตร์ จึงเน้นที่ การทดลองซึ่งมีการใช้อุปกรณ์ มีการปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตีเพิ่มขึ้นมาเรื่อยๆ จึงเห็นได้ว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นสากลซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกับพื้นฐานทางสังคม และวัฒนธรรมเป็นส่วนน้อย มโนคติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน และความรู้ในระดับสูงได้แจ่มแจ้ง เช่น มโนคติที่เกี่ยวกับเรื่องมวลสารและความเร็ว ถ้านำมาสัมพันธ์กันก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดเข้าใจมโนคติเกี่ยวกับเรื่องแรงได้ (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2525, น. 29-30) นอกจากนี้ นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของมโนคติวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517, น. 77) ให้สิ่งนั้นเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตนาภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

วราภรณ์ ชัยโอภาส (2521, น. 77) ให้ความหมายว่า มโนคติวิทยาศาสตร์หมายถึง การเรียนรู้ลักษณะนิยามอาศัยความสามารถในการสังเกตการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การใช้สัญลักษณ์ ในการสื่อความหมาย โดยอาจจะพูดหรือเขียนบอกด้วยข้อความเฉพาะของตนเองเป็นการเปลี่ยนแปลงจากรูปธรรมเป็นนามธรรมการรวบรวมการรับรู้ที่มีความหมายต่อการเรียนจะช่วยให้ นักเรียนสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้เช่น การบรรยายรูปร่าง ปรางค์การณ ขบวนการคุณสมบัติการจัดประเภท การใช้สัญลักษณ์

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523, น. 3) ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนคติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง มโนคติที่เกิดจากการนำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานเป็นรูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นความคิดหลักของสิ่งนั้น หรือเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้นอาจเกิดจากการจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ เช่น มโนคติเกี่ยวกับโมเลกุล อะตอม เป็นต้น

มังกร ทองสุคติ (2523, น. 2) ให้ความหมายว่า มโนมติวิทยาศาสตร์หมายถึง ระบบสังเคราะห์ (Synthesis) หรือความสัมพันธ์ตามเหตุผล (Logical Relationship) หรือ ความคิดสำคัญ (Big Idea) ซึ่งรวมข้อเท็จจริง (Fact) และ หลักเกณฑ์ (Principle) ของแต่ละบุคคลว่าเข้าใจความสัมพันธ์ในวัตถุ (Objects) หรือสัญลักษณ์ (Symbol) หรือสถานการณ์ (Situation) มากน้อยเพียงใด โดยนัยนี้มโนมติจึงเป็นสิ่งที่ปรุงแต่งขึ้นมาโดยอาศัยเหตุผลและทำให้ข้อเท็จจริงมีความหมายที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525, น. 247) ให้ความหมายของ มโนมติวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

Sund and Trowbridge (1973, p.17) ให้ความหมายของมโนมติวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำ หรือ รับรู้และสรุปออกมา

จากความหมายของมโนมติวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ ความหมายไว้สามารถสรุปได้ว่า มโนมติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลบนพื้นฐานของเหตุและผล ซึ่งอาศัยข้อเท็จจริงและหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนต่อสิ่งนั้น

2.3.3 การสร้างมโนมติ

มังกร ทองสุคติ (2521, น. 97) มีความเห็นว่าการสร้าง มโนมติเป็นกรรมวิธีที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าอย่างพินิจพิเคราะห์ เพราะจะต้องค้นหาเพื่อเก็บข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ นำมาศึกษาคุณลักษณะและคุณค่าแล้วนำไปจัดแบบเสียใหม่กรรมวิธีหรือขบวนการดังกล่าวจะต้องประกอบด้วย 1) การแยกแยะประเภทอย่างพินิจพิเคราะห์ (Discrimination) 2) การจัดประเภท (Categorizing) 3) การประเมินผล (Evaluation) การสร้างมโนมตินั้นจะเป็นกรรมวิธีที่ดำเนินไปอย่างช้าๆ เพราะมโนมติจะค่อยๆ ปรากฏขึ้นมาเมื่อมีการนำข้อมูลมาจัดระบบเสียใหม่ กรรมวิธีดังกล่าวจะต้องใช้เวลา มโนมติจะปรากฏอย่างรวดเร็วหรือในทันทีที่ผู้เรียนเกิดความรู้แจ้ง (Insight) หรือมีการยอมรับนับถือ (Recognition) ขึ้นมาซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายหลังจากใช้เวลาศึกษาค้นคว้ามานานพอสมควร

อาคม จันทสุนทร (2522, น. 48) กล่าวว่า มีนักจิตวิทยาเป็นจำนวนมากที่พยายามอธิบายเกี่ยวกับมโนมติว่ามีลักษณะอย่างไร เป็นมาอย่างไร มีความสำคัญอย่างไร และจะทำให้เกิดได้ดีได้อย่างไรหลายคนพยายามอธิบายว่ามโนมตินั้นเกิดจากการที่คนเรารับรู้สิ่งเร้าต่างๆ เข้า ไปเมื่อรับรู้หลายๆอย่างก็จะเข้าไปจัดพวก หรือกลั่นกรองในสมองเป็นมโนมติและเมื่อพบสิ่งเร้าต่อไปอีกอาจจะตอบสนองต่อสิ่งนั้นโดยมโนมติ

สุวัฒน์ มุทเมธา (2523, น. 54-57) มีความเห็นว่า การสร้างมโนคติเป็นสิ่งพิเศษสำคัญยิ่งของมนุษย์ ถ้ามนุษย์ไม่สามารถจะจัดการรวมประสบการณ์ของตน นั้นขึ้นมาเป็นมโนคติและสื่อความหมายกันทางภาษาย่อมมีมากมาย มนุษย์ต้องจดจำทุกสิ่งทุกอย่าง แต่ละสิ่งแต่ละอย่างไปและจะถ่ายทอดสื่อสารแต่ละสิ่งแต่ละอย่างเท่านั้น มนุษย์ไม่สามารถจะรวบรวมเข้าเป็นหมู่เป็นประเภทได้ ไม่สามารถสร้างหลักการต่างๆ ขึ้นมาได้ในการสร้างมโนคตินั้นมีกระบวนการสำคัญ ดังนี้

1. บุคคลจะมีมโนคติเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ได้ถ้าไม่มีประสบการณ์กับเหตุการณ์ หรือสิ่งที่ต้องการจะให้มโนคตินั้น

2. การสร้างมโนคติของบุคคลแต่ละคนเป็นผลจากการที่บุคคลนั้นสรุปลักษณะเฉพาะ ของสิ่งนั้นๆ หรือสรุปโดยอาศัยเหตุผลของข้อมูลจากประสาทสัมผัสและประสบการณ์ต่างๆของตน นอกจากนี้ยังมีแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างมโนคติของนักการศึกษาหลายท่าน เช่น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, น. 31-32) โดยคณะกรรมการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความเห็นว่า การสร้างมโนคติมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเพราะการเรียนรู้จะเริ่มต้นจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆเป็นเบื้องต้นและเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน มีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลายๆครั้ง นักเรียนก็สามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นมโนคติเมื่อนักเรียนเรียนรู้มากยิ่งขึ้น สะสมมโนคติไว้มากขึ้น ก็จะทำให้ให้นักเรียนสามารถนำมโนคติที่รวบรวมไว้นั้นไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนชั้นสูง และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆได้ดียิ่งขึ้น ในการสร้างมโนคตินั้นครูจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆเกี่ยวกับตัวนักเรียนเสียก่อน ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ 1) ความพร้อมของนักเรียน การที่นักเรียนจะเกิดมโนคติได้ดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียนทั้งทางกาย จิตใจ และสติปัญญา 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนประสบการณ์และมโนคติที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดมโนคติในระดับต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นมาก่อนด้วยปริมาณที่มากพอ เช่น เคยเรียนรู้มาแล้วอย่างละเอียดทุกแง่ทุกมุม จะเป็นเครื่อง ช่วยให้เกิดมโนคติได้ดียิ่งขึ้น 3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการที่นักเรียนจะเกิดมโนคติหรือสรุปรวมข้อมูลได้คตินั้นจะต้องมีแรงจูงใจ ซึ่งอาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนเอง หรืออาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่มีผลเนื่องมาจากเหตุผลทางจิตวิทยาเป็นแรงกระตุ้นที่จะช่วยส่งเสริมการเกิดมโนคติของผู้เรียนได้ นอกจากนี้ครูจะต้องอาศัยหลักการต่างๆหลายๆอย่างในการสร้างมโนคติให้เกิดขึ้นแก่นักเรียนได้แก่ 1) การใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของผู้เรียน 2) การจัดประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียน 3) การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ 4) การเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งวิธีสอนของครูและตัวนักเรียนเองเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการที่จะ ทำให้เกิดมโนคติ มโนคติ

เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งจะเกิดต่อเนื่องไปไม่มีข้อยุติ และขยายออกไปพร้อมกับการเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ ดังนั้นกระบวนการสร้างมโนคติ จึงมีวิธีการลึกซึ้งมากกว่าการนำข้อเท็จจริงหรือข้อมูลต่างๆมาผสมผสานกันแต่เป็นการนำเอาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลต่างๆเหล่านั้นมาสรุปรวมเสียก่อนจึงจะช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติขึ้นได้

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2534 ,น. 55-57) ได้กล่าวโดยสรุปว่า มโนคติจะเกิดขึ้นไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีประสบการณ์ ต่างกันย่อมจะมีมโนคติของสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน

สุวิมล เขียวแก้ว (2540 , น. 40-42) ได้อธิบาย ขั้นตอนพัฒนาการทางสมองตามทฤษฎีของ เพียเจต์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนของการเคลื่อนไหวเชิงประสาทรับรู้ (แรกเกิด – 2ปี) (Sensorimotor Stage) พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในขั้นตอนนี้เริ่มตั้งแต่อายุแรกเกิดจนกระทั่งประมาณ 2 ปี พัฒนาการที่สำคัญในขั้นตอนนี้ได้แก่การกระทำกิจกรรมหรือแสดง พฤติกรรมที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อสัมพันธ์กับการรับรู้ทางระบบประสาทเด็กจะพัฒนาความสามารถในการคว้าจับและเดินเตาะแตะไปมาได้ โดยประสานสัมพันธ์กับการเห็น 13 การได้ยิน และการรับรู้สื่อแบบต่างๆที่กระตุ้นความสนใจของเด็ก นอกเหนือจากนี้ในขั้นตอนนี้เด็กจะเรียนรู้และแยกแยะได้ว่าแขนและมือเป็นส่วนหนึ่งของตัวเอง แต่ที่นอนของตนไม่ได้เป็นเช่นนั้น พัฒนาการที่สำคัญที่สุดอีกอย่างหนึ่งของเด็กในวัยนี้ก็คือเด็กจะสามารถเรียนรู้ได้ว่าสิ่งทั้งหลายที่ตัวเองได้สัมผัสรับรู้แล้วนั้นมีอยู่จริงและมีตัวตนอยู่อย่างถาวรนั่นก็คือ เด็กจะมองเห็นสิ่ง ต่างๆว่ามีความเป็นจริงในตัวของมันเองตลอดเวลา แม้ว่าจะหลุดพ้นออกไปจากการรับรู้ทางสายตาของเด็กแล้วก็ตาม ทั้งนี้เพียเจต์ ได้สังเกตพบพฤติกรรมนี้จากเด็กอายุ 4-5 เดือนที่กำลัง เล่นของเล่นอยู่และเมื่อของเล่นกลิ้งห่างออกไปจากสายตาของเด็กไปหลบมุมหรือบังอยู่ด้านหลัง สิ่งอื่นเด็กจะไม่มองหาหรือตามไปเก็บมาทั้งๆที่ของนั้นยังอยู่ในระยะที่มือเอื้อมไปถึง เพียเจต์ อธิบายว่าเด็กระยะนี้รับรู้สิ่งต่างๆเท่าที่สายตาของตนมองเห็นเท่านั้นสิ่งใดที่อยู่นอกสายตาออกไปสิ่งนั้นก็จะไม่มีอยู่จริงอีกต่อไป แต่เมื่อเด็กถึงวัย 6-9 เดือนเด็กคนเดียวกันนี้จะเรียนรู้ความมีอยู่จริงของสิ่งต่างๆและมีพฤติกรรมที่แสดงถึงประสบการณ์การเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปจากเดิม โดยจะตาม ไปหยิบของเล่นที่กลิ้งห่างออกไปนอกสายตากลับมาใหม่ ซึ่งถือเป็นพัฒนาการทางความคิดที่สำคัญของเด็กที่อยู่ในวัยของขั้นตอนนี้

2. ขั้นตอนก่อนปฏิบัติการ (2-7ปี) (Preoperational Stage) เด็กในขั้นตอนนี้ จะอยู่ในวัย 2 ถึง 7 ปี พัฒนาการในขั้นตอนนี้ยังแบ่งออก เป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ 2.1ขั้นก่อนความคิด (2 - 4 ปี) (Preconceptual Stage) เด็กในขั้นตอนนี้ เริ่มเรียนรู้สิ่งเร้าในลักษณะของสัญลักษณ์ที่มีความหมาย เช่น เด็กหญิงจะเล่นและดูแลตุ๊กตา ของตนเหมือนกับเป็นเด็กหรือเพื่อนเล่นจริงๆในขั้นนี้ไม่ได้มี

ความหมายว่าเด็กไม่ได้ใช้ความคิด เพียงแต่ว่าความคิดอาจจะไม่สมบูรณ์หรือถูกต้องตามความเป็นจริง 2.2 ขั้นการหยั่งเห็น (4-7 ปี) (Intuitive Stage) ในขั้นนี้ความคิดของเด็กเริ่ม มีเหตุผลมากขึ้นแต่ก็ยังยึดบทบาทของการรับรู้ของตัวเองเป็นสำคัญมากกว่าที่จะใช้ความคิด เชิงเหตุผล เช่น เด็กจะไม่เข้าใจว่าสิ่งที่มีรูปร่างหรือรูปทรงต่างกันอาจจะมีปริมาณหรือปริมาตร เท่ากันการรับรู้ร่วมกับความคิดของตนเองจะมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางความคิดของเด็ก

3. ขั้นตอนการปฏิบัติการรูปธรรม (7-11ปี) (Stage of Concrete Operation) ในขั้นนี้เด็กจะผนวกการเรียนรู้เข้ากับมโนคติ รวมกับขบวนการทางความคิดในตัวเด็กเองใน ลักษณะที่เป็นการรับรู้หรือจินตนาการจากวัตถุที่มีอยู่จริงได้แต่จะยังไม่สามารถสร้างมโนคติที่ไม่มี ความสัมพันธ์กับวัตถุจริงได้ เช่น เด็กสามารถคิดและทำเลขบนกระดาษได้เมื่อให้มีจินตนาการถึง ผลไม้จริง แต่จะยังไม่พร้อมที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม(Abstract)หรือตรรกศาสตร์ (Logic) นอกจากนี้เด็กจะมีพัฒนาการความสามารถในการจัดกลุ่มแต่จะยังไม่เข้าใจถึงการจัด 14 กลุ่มในลักษณะ ที่เป็นนามธรรม ที่เป็นแบบแผนทั่วไป เด็กในวัยนี้จะสนใจสิ่งต่างๆมากกว่าหนึ่ง อย่างในเวลาเดียวกัน (Decentration)

4. ขั้นตอนการปฏิบัติการอย่างเป็นแบบแผน (11-15 ปี) (Stage of Formal Operation) ในขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถในการสร้างความคิด และมีจินตนาการในลักษณะที่เป็น นามธรรมเป็นแบบแผนได้สามารถใช้สัญลักษณ์ให้ความหมายที่เป็นนามธรรมแตกต่างจาก ประสบการณ์และความเป็นจริงมีความ สามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับสมมุติฐานมีจินตนาการที่ หลากหลายสำหรับการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ และจะพัฒนาความสามารถในการจัดกลุ่ม และ จำแนกสิ่งของ จนเป็นเช่นเดียวกับผู้ใหญ่

ได้แล้วมนุษย์จะประสบปัญหาที่ยากเป็นอันมากเนื่องจากสิ่งแวดล้อมอันเป็นประสบการณ์ของมนุษย์ จากข้อความที่กล่าวถึงการสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่าในกระบวนการ สร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความคิดเริ่มตั้งแต่การรับรู้ การสังเกต จำแนก แยกแยะประสบการณ์นั้นๆ มีการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้แล้วสร้างเป็นความ เข้าใจในลักษณะ ที่สรุปความเป็นข้อสรุปของสิ่งนั้นๆ

2.3.4 ประเภทของมโนคติ

มโนคติอาจแบ่งประเภทได้หลายอย่างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการแบ่งแยกของผู้รู้หรือ ของ นักวิชาการในแต่ละสาขา ดังเช่น

บุญเสริม กุทธาภิรมย์ (2523, น. 9-10) มีแนวการแบ่งประเภทของมโนคติทั่วไป ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนคติที่มีลักษณะร่วมกัน เป็นประเภทของมโนคติที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่เรียนรู้ได้ง่ายมีคุณลักษณะร่วมกันหลายอย่าง
2. มโนคติที่เป็นเชิงสัมพันธ์ เป็นมโนคติที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะหรือคุณค่าผิดแผกแตกต่างกัน แต่สมาชิกที่เป็นส่วนประกอบมีความสัมพันธ์กันในบางลักษณะ
3. มโนคติที่เป็นเชิงวิเคราะห์เป็นมโนคติที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวแต่ละอย่างภายในกลุ่มซึ่งละเอียดซับซ้อนกว่ามโนคติสองประเภทแรก

สวัตน์ นิยมคำ (2531, น. 116-118) ได้แบ่ง ประเภทของมโนคติออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. มโนคติที่เป็นชื่อเรียก (Concrete Concept) หรือมโนคติรูปธรรม หมายถึง ประเภทของวัตถุ ประเภทของเหตุการณ์ และประเภทของคุณลักษณะของวัตถุ
2. มโนคติที่เป็นคำจำกัดความ (Defined Concept) หรือมโนคติเชิงนิยาม หมายถึง การให้คำนิยามหรือคำจำกัดความของกลุ่ม ของวัตถุ เหตุการณ์ คุณลักษณะของวัตถุ เช่น พืช ใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีมโนคติเชิงนิยาม ว่าเป็นพืชที่เวลาออกจะมีใบเลี้ยงออกมาเพียงใบเดียวในแต่ละ ใบจะมีเส้นใบขนาน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2534, น. 5) ได้จัดประเภทของมโนคติออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนคติที่เป็นคำเชื่อมในทางเดียวกัน (Conjunction Concept) เป็นการรวมคุณลักษณะและคุณค่าเข้าด้วยกันคำนิยามแบบนี้จะบอกถึงลักษณะใดบ้างที่นำมารวมกันเป็นมโนคติ เช่น คุณลักษณะของน้ำหนัก(Weight) และปริมาตร(Volume) นำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อรวมเป็นมโนคติของสสาร (Matters) ถ้าในคำนิยามของสสารว่าเป็นสิ่งที่มีน้ำหนักและต้องการที่อยู่ซึ่งในตัวอย่างนี้มีการใช้คำสันธานระหว่างคุณลักษณะสองอย่าง คือ น้ำหนักและปริมาตร
2. มโนคติที่ใช้เชื่อมในทางตรงกันข้าม (Disjunctive Concept) เป็นการรวมลักษณะ โดยใช้คำเชื่อม หรือคำนิยามแบบนี้เป็นการรวมกันของคุณลักษณะเพื่อให้เกิดเป็นมโนคติ เช่น เส้นโลหิต เป็นโครงสร้างที่นำโลหิตออกจากหัวใจ หรือเข้าสู่หัวใจ
3. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Relational Concept) เป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่สำคัญ เช่น สารละลายกรดเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนมากกว่าไฮดรอกไซด์ไอออน

วิไลวรรณ ตรีศรีชนะมา (2537, น. 49) กล่าวว่า ลักษณะมโนคติแต่ละวิชาอาจจะไม่เหมือนกันแต่จะสรุปได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ประเภทที่แบ่งตามธรรมชาติ ได้แก่ ความเป็นนามธรรม จำนวนสมาชิกในกลุ่ม การสรุปเกี่ยวกับความแคบกว้าง
2. ประเภทที่แบ่งตามโครงสร้าง ได้แก่ ลักษณะเดิมที่ปรากฏ การแสดงความสัมพันธ์ เกี่ยวกับขนาดที่ตั้งและทิศทาง
3. ประเภทที่แบ่งตามหน้าที่ ได้แก่ การตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์หรือพฤติกรรมที่เกิดจากเหตุการณ์นั้นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการแบ่งประเภทของมโนมตินั้นสามารถแบ่งได้ หลายวิธีหลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักการศึกษา หรือนักจิตวิทยาใช้ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสรุปได้ ดังนี้ คือ 1) เกณฑ์การให้ความหมายของแต่ละคน 2) เกณฑ์สมบัติเฉพาะที่ผู้แบ่งประเภทสังเกตได้

2.3.5 การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523, น. 15-16) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวการสอนให้เด็ก เกิดมโนคติไว้ ดังนี้ 1) จัดประสบการณ์ที่เหมาะสมในสิ่งที่เด็กเรียน ประสบการณ์ที่ได้ผลที่สุดคือ ประสบการณ์ตรงให้เด็กมีโอกาสดูเห็น สัมผัส สิ่งที่เรียนด้วยตนเองเป็นดีที่สุด 2) การสอนมโนคติที่เป็นนามธรรมควรใช้วิธียกตัวอย่างประกอบให้มากๆ ไม่ควรให้ เด็กท่องจำคำจำกัดความหรือคำนิยาม เพราะการสอนให้ท่องจำนั้นถ้าเด็กไม่เห็นตัวอย่างย่อม ไม่มีหลักประกันได้ว่าเด็กจะเกิดมโนคติในสิ่งนั้น 3) ควรให้เด็กมีโอกาสดูปฏิบัติหรือใช้สิ่งที่เรียนในสถานการณ์ต่างๆ 4) ลดจำนวนคุณลักษณะที่ซับซ้อนลงไป และสอนเฉพาะสิ่งที่ต้องการสอน หรือเน้นเท่านั้น 5) ในการสอนมโนคติแต่ละเรื่องควรสำรวจความพร้อมและพื้นฐานเดิมของเด็กเสียก่อนว่าเด็กมีแคไหนเพียงไรการที่เด็กมีพื้นฐานเดิมจากครอบครัวมาบ้างแล้วหรือมีพื้นฐานความรู้เดิมดีก็จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนมโนคติได้ดี 6) เด็กจะเรียนรู้ได้เร็วถ้าจัดเนื้อหา หรือสิ่งที่เรียนนั้นให้เหมาะแก่ระดับความคิดของ เด็ก เช่น เรียนจากง่ายไปหายาก เริ่มจากสิ่งที่มองเห็นตัวไปเรื่องที่ไม่เห็นตัว การสรุปความคิดของคนในสิ่งใดย่อมอาศัยพื้นฐานที่เข้าใจง่ายธรรมดาเสียก่อน จึงค่อยเรียนสิ่งที่ยากขึ้นตามลำดับ 7) ภาษา หรือการใช้คำอธิบายเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เด็กสรุปความคิดในสิ่งที่เรียน การใช้ภาษาง่ายๆ หรือใช้ถ้อยคำที่คุ้นเคย หรือเด็กเคยชินย่อมได้ผลกว่าการใช้ศัพท์ยาก หรือใช้ประโยคซับซ้อน 8) ควรคำนึงถึงขั้นตอนของการสรุปความคิด ควรให้เป็นไปตามลำดับขั้น

มานิดา เพชรรัตน์ (2531, น. 105-107) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนมโนคติซึ่งสรุปได้ เป็น 7 ประการ ดังนี้

1. การเน้นลักษณะสำคัญ หรือลักษณะเฉพาะของมโนคติ
2. การใช้ถ้อยคำที่ถูกต้องและเหมาะสม
3. การชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของมโนคติที่จะเรียน

4. การพิจารณาจัดลำดับของการเสนอตัวอย่าง
5. การส่งเสริมและแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักเรียนด้วยการค้นคว้า
6. การจัดให้มีการใช้ประโยชน์จากการเรียนมโนมตินั้น
7. การสนับสนุน หรือเร่งเร้าให้มีการประเมินตนเอง

นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2537, น. 59) ได้กล่าวถึงการสอนมโนคติไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนคติได้ดีเมื่อมีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง
2. การนำเสนอสิ่งเร้าที่ชัดเจน การชี้แนะให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ชัดเจน และการชี้แนะให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เร็วขึ้น
3. การส่งเสริมความสามารถทางการใช้ภาษาอย่างถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนแสดงออก ถึงการเรียนรู้มโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคงทนต่อการเรียนรู้เมื่อได้มีโอกาสนำการเรียนรู้มโนมตินั้นไปใช้ประโยชน์

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2537, น. 21) กล่าวว่า การเรียนการสอนตามแบบบูรเนอร์ ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเรียนมากที่สุด ก็จะต้องเป็นผู้สังเกตและได้ตรวจสอบเพื่อค้นหามโนคติ การสอนมโนคติตามแบบบูรเนอร์ มีขั้นตอนในการสอน ดังนี้

1. ขั้นตอนอธิบายการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจโดยครูจะต้องอธิบายว่าจะนำเสนอข้อมูล 2 ข้อมูลให้นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบและตั้งสมมุติฐานเพื่อค้นหามโนคติที่ครูจะสอน
2. ขั้นตอนนำเสนอตัวอย่างซึ่งมีทั้งข้อมูลตัวอย่างชุดที่ใช้และไม่ใช้ มโนคติที่จะสอนขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ใช้เอาไว้ในใจ
3. ขั้นตอนวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของมโนคติ ขั้นนี้ผู้เรียนต้องตั้งคำถามที่ลงท้ายด้วยคำว่า “ใช่ไหม” เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตนตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่โดยสังเกตจากข้อมูลตัวอย่างที่ให้ทั้งหมดรวมกันข้อสมมุติฐานที่ผิดจะถูกทิ้งไป
4. ขั้นตอนสรุป ขั้นนี้จะต่อเนื่องกับขั้นตอนวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของมโนคติคือหลังจากจำแนกตัวอย่าง “ใช่” และ “ไม่ใช่” ออกเป็นพวกๆแล้วก็รวบรวมข้อมูลสมมุติฐานของข้อมูลตัวอย่างที่ใช่ มโนคติที่เป็นจุดหมายการพิจารณารวมกันแล้วสรุปว่าเป็น มโนคติของสิ่งใด
5. ขั้นตอนทบทวนถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหลายและกระบวนการคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งมโนคติที่ถูกต้อง

สุวิมล เขียวแก้ว (2540, น. 67-69) ได้กล่าวถึงวัฏจักรการเรียนรู้ว่ามี 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ การสร้างมโนคติ และการประยุกต์ ซึ่งขั้นตอนทั้งสามของวัฏจักรการเรียนรู้นี้มีนักการศึกษาได้นำไปปรับใช้และเรียกชื่อแตกต่างกันออกไปหลายแบบ เช่น Renner, Abraham and Birme (1985)

ใช้ศัพท์ว่า Exploration, Conceptual Invention และ Expansion of the Idea ส่วน Rakow (1986) ใช้คำศัพท์ในแต่ละขั้นว่า Exploration Phase, Concept Introduction และ Concept Application ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นตอน คือ

1. การสำรวจ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงได้มีโอกาสสัมผัส มีปฏิสัมพันธ์ต่อบรรดาสิ่งเร้า วัตถุ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดถึงหลักหรือมโนคติเกี่ยวกับเรื่องนั้นและโยงไปสู่การค้นพบแบบแผน (Pattern) และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ครูจะพยายามสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนจดจ่ออยู่กับสิ่งที่กำลังศึกษามากที่สุดแต่ยังไม่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาอาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดปัญหา และสามารถแก้ปัญหานั้นได้ด้วยวิธีการที่เขาเคยเรียนรู้มาครูอาจใช้คำถามเพื่อแนะนำให้นักเรียนศึกษาในแนวทางที่พึงประสงค์แต่จะไม่ให้คำตอบแก่นักเรียนนักเรียนต้องพยายามวิเคราะห์ช่วยกันอภิปรายและ ทดสอบทางเลือกต่างๆที่ได้ช่วยกันจัดขึ้นมาหรือทำนายแนวทางที่น่าจะถูกต้อง การสำรวจที่เป็นระบบและการได้ฝึกจนมีทักษะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดในแบบที่เรียกว่า Hypothetical Deduction Thinking Skills คือมีทักษะในการคิดเชิงตั้งสมมุติฐานนั่นเอง ซึ่งจะประกอบด้วยทักษะย่อยๆ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน และการทดสอบ

2. การสร้างมโนคติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ หลัง เหตุการณ์ที่ตนได้รับประสบการณ์มาในขั้นสำรวจ ครูอาจให้คำแนะนำเล็กน้อยเพื่อนำความคิดไปสู่แนวทางที่ถูกต้องเสริมกำลังใจให้ผู้เรียนได้พยายามระบุสิ่งซึ่งค้นพบและอาจตามด้วยการที่ครูแนะนำคำศัพท์ใหม่ให้แก่ นักเรียนเช่น “เมแทบอลิซึม” “สัตว์เลือดเย็น” “สมดุล” เป็นต้น ซึ่งคำเหล่านี้เป็นคำที่ใช้แทนรูปแบบของปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนได้ค้นพบในการสำรวจ การนำเสนอคำศัพท์ใหม่นั้นอาจทำได้โดยครูบอกให้ดูจากตำรา แบบเรียน ฉายภาพยนตร์ หรือวิธีการอื่นๆก็ได้ แต่ขั้นตอนของการแนะนำคำใหม่เมื่อสร้างมโนคติจะต้องอยู่หลังจากขั้นตอนการสำรวจเสมอ เช่น การสรุปหลังกิจกรรมปฏิบัติการ (Post-Lab) ซึ่งเป็นขั้นตอนการสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย

3. การประยุกต์มโนคติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประยุกต์มโนคติใหม่ที่ได้เรียนรู้ ซึ่งเกิดในชีวิตประจำวันจากตำรา วารสาร รายการโทรทัศน์ต่างๆ มาแลกเปลี่ยนกันในการเรียนสิ่งต่อไป จะช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความคุ้นเคยกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ และขยายแวงของความรู้ที่ออกไปสู่ทั้ง สถานการณ์ที่คุ้นเคยและแปลกใหม่จะทำให้มีความเข้าใจในมโนคตินั้นได้อย่างกว้างขวางและแม่นยำ ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนรู้ได้มีโอกาสปรับความคิดของตนให้ทันกับเพื่อนในชั้นอีกด้วย .

ทั้งการสำรวจ การสร้างมโนคติและการประยุกต์มโนคตินั้นมักมีธรรมชาติเป็น เหมือนบันไดเวียน เนื่องจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนจะเป็นพื้นฐานของการเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ในครั้ง ต่อๆ ไป

สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป., น. 62) ได้เสนอแนะการสอนมโนคติไว้ดังนี้ 1) ครูควรสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัยท้าทาย ชั่วๆ ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ 2) ครูสร้างคำถามเพื่อนำทางให้นักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ คาดคะเนคำตอบ ตามแนวทางของสมมุติฐานแล้ว ดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์สมมุติฐานและสรุปผล 3) ครูพยายามให้นักเรียนสรุปเป็นมโนคติตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ภายใต้ การดูแลของครู 4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกนามโนคติที่ได้เรียนรู้ นั้น ไปแก้ปัญหาใหม่เพื่อ เสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคตินั้นๆ อย่างกว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น

จากแนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคตินั้นพอสรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้นักเรียน เกิดมโนคติในเรื่องใดๆ นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความพร้อมของผู้เรียน วิธีการสอนของครู ตลอดจนการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน นั่นคือต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน และกระบวนการสอนจะเห็น ได้ว่าในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดมโนคตินั้นผู้เรียน จะต้องศึกษาค้นคว้า หรือทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวเอง

2.3.6 แนวทางการวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์

การที่จะทราบว่านักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนหรือไม่อย่างไรสามารถทำได้ด้วยการวัด หรือสำรวจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว โดย Carnegie Melion (2012) ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านการประเมิน การออกแบบด้านการสอนการเรียนรู้ได้ กล่าวถึงลักษณะของแบบวัดมโนคติ (Concept Test) ว่า “ควรตรวจสอบมโนคติด้านความเข้าใจหรือการนำไปใช้ของนักเรียนมากกว่าการทดสอบความรู้ความจำ” จากการศึกษาพบว่า มีนักการศึกษาได้ให้แนวทางในการวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Cruickshank and Metcalf (1995, pp. 308-312) กล่าวถึงลักษณะของแบบวัดมโนคติ (Concept Test) ไว้ดังนี้

1. การวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดที่กำหนดให้เลือกตอบ (Selected Report Item) ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบจับคู่ แบบถูก-ผิด ในส่วนของแบบเลือกตอบจะสามารถประเมินการเรียนรู้ในขอบเขตเนื้อหาระดับสติปัญญาได้กว้างขวางเนื่องจากใช้เวลาในการทำแบบวัดน้อยและผู้ประเมินผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์จึงสามารถนำมาวัดมโนคติได้

2. การวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดที่กำหนดให้เขียนตอบ (Created Response Items) ได้แก่ แบบอัตนัยซึ่งต้องการให้นักเรียนเรียบเรียงคำตอบของตนเองมากกว่าการ

เลือกคำตอบที่เหมาะสมจากที่กำหนดให้ ซึ่งการเขียนตอบจัดแสดงออกถึงระดับสติปัญญาองค์ความรู้ที่มี และมโนคติของนักเรียนได้

3. การวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดเลือกตอบที่กำหนดให้นักเรียนเขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 เป็นข้อความเชิงเนื้อหาซึ่งอาจมีตัวเลือก 2 ถึง 4 ตัวเลือก ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในข้อที่ 1 มี 4 เหตุผลสนับสนุน

4. การวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยาที่ประกอบด้วยคำถาม 2 ตอนสุดท้าย ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหา (Content Knowledge) ประกอบด้วย 3 ถึง 4 ตัวเลือก

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมีเหตุผลสนับสนุน คือ เหตุผลสนับสนุน 3 เหตุผลแรกเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และเหตุผลสนับสนุนที่ 4 เป็นเหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้อง

5. การวัดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์โดยใช้แบบวัดชนิดปรนัยทั้งคำตอบและเหตุผล (Two Tiered Multiple Test) (โสภภาพรรณ แสงศัพท์, 2538) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนของคำตอบ และส่วนของเหตุผล โดยมีหลักการให้คะแนนดังนี้

5.1 เลือกคำตอบได้ถูกต้องทั้งตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ได้ 1 คะแนน

5.2 เลือกคำตอบได้ถูกต้องในตอนที่ 1 แต่เลือกคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่เลือกคำตอบในตอนที่ 2 ได้ 0 คะแนน

5.3 เลือกคำตอบไม่ถูกต้องในตอนที่ 1 แล้วเลือกคำตอบในตอนที่ 2 ได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องได้ 0 คะแนน

5.4 กรณีเลือกคำตอบได้ถูกต้องในตอนที่ 1 แต่ไม่เลือกคำตอบในตอนที่ 2 ซึ่งผู้ตอบได้ให้เหตุผลในช่องว่างที่ให้ไว้ 1 คะแนนถ้าเหตุดังกล่าวได้รับการตัดสินว่าถูกต้องจากครูฟิสิกส์อย่างน้อย 2 คนในทางตรงกันข้ามถ้าเหตุผลดังกล่าวไม่ถูกต้องจะได้ 0 คะแนน

5.6 การวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดชนิดคำถามปลายเปิด (Openended Questions) คำถามเป็นปลายเปิดเป็นคำถามที่ไม่ได้เตรียมตัวเลือก โดยให้ผู้เขียนตอบคำตอบเองตามประเด็นที่ถามคำถามในลักษณะนี้ใช้เมื่อผู้วิจัยต้องการความหลากหลายของคำตอบในเรื่องที่คิดว่ายังไม่อาจคาดคำตอบที่เป็นไปได้อย่างครอบคลุมในบางครั้งอาจได้คำตอบที่เป็นข้อมูลที่น่าสนใจหรือเป็นประเด็นที่ไม่ได้คาดคิดไว้ก่อน

พ่วงพรรณ ตรียมงคลกุล (2544, น. 67) กล่าวว่า การวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดชนิดคำถามปลายเปิดมีข้อจำกัดดังนี้

1. ผู้ตอบต้องใช้เวลาในการคิดและเขียน
2. บางครั้งอาจได้คำตอบที่ไม่ตรงประเด็น
3. ข้อมูลที่ได้อ่านรกรำนำไปวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ยากข้อ

นิตา ชูโต (2551, น. 76) กล่าวว่า การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนและแสดงความคิดเห็นแสดงความรู้ความเข้าใจออกมาเป็นคำพูดและเป็นภาษาของตน มีหลากหลายวิธีดังนี้

1. การสัมภาษณ์ชนิดมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการเตือนคำถามไว้ล่วงหน้าซึ่งมีคำถามปิดและคำถามเปิดโดยมีการเรียงข้อคำถามไว้ตามลำดับแล้ว
2. การสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีกรอบกว้างใช้คำถามปลายเปิดตามกรอบที่กำหนดไว้
3. การสัมภาษณ์ชนิดไม่มีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ในสทการพูดคุยแบบธรรมชาติไม่มีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ที่แน่นอนโดยผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขคำถามให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์เพื่อการสัมภาษณ์ได้

โกเมศ นาแจ้ง (2554, น. 86) การวัดมโนคติทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบการแบบของการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะการวัดเป็นชนิดปรนัยแบบ 2 ตอน (Two - Tier Multiple Choice Format) ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหาที่กำหนดสถานการณ์

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของคำถามในการให้เหตุผลสนับสนุนเลือกตอบ

กล่าวโดยสรุป การวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นการตรวจสอบความคิดและความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นชนิดปรนัยแบบ 2 ตอน (Two -Tier Multiple Choice Format) โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content Tier) และตอนที่ 2 เป็นส่วนของคำถามการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (Reason Tier) โดยมีหลักการให้คะแนนดังนี้

1. ตอบได้ถูกทั้งในตอนี่ 1 และตอนที่ 2 ได้ 2 คะแนน
2. ตอบได้ถูกในตอนี่ 1 หรือตอนที่ 2 ได้ 1 คะแนน
3. ตอบไม่ได้ถูกทั้งในตอนี่ 1 และตอนที่ 2 ได้ 0 คะแนน

2.3.7 การจัดกลุ่มความเข้าใจนิมิต

ความเข้าใจนิมิต หมายถึงความคิดหรือความเข้าใจของผู้เรียนต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยจะต้องใช้เกณฑ์ในการแบ่งระดับความเข้าใจนิมิต ออกเป็นกลุ่มต่างๆ

วรรณจริย์ มั่งสิงห์ (2536, อ้างถึงใน ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์, 2553, น. 29-30) ได้แบ่งกลุ่มการวัดนิมิตไว้ดังนี้

1. ความเข้าใจนิมิตในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding) เป็นระดับที่ผู้เรียนเข้าใจถูกต้อง ให้คำตอบที่ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ ประกอบตามแนวความคิดนิมิต

2. ความเข้าใจนิมิตในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถให้คำตอบและเหตุผลที่ถูกต้อง แต่ยังขาดองค์ประกอบตามแนวความคิดนิมิตบางส่วน

3. ความเข้าใจนิมิตในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วนหรือเลือกคำตอบถูกต้องแต่ไม่อธิบายคำตอบ (Partial Understanding With Specific Alternative Conception) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถให้คำตอบได้ถูกต้องบางส่วน โดยอาจมีบางส่วนที่ยังคลาดเคลื่อนและไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลของคำตอบได้

4. ความเข้าใจนิมิตในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) เป็นระดับที่ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเป็นระดับที่ผู้เรียนที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

5. ความไม่เข้าใจหรือไม่ทำแบบวัด (No Understanding) เป็นระดับที่ผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ หรือไม่เข้าใจคำตอบเลย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532, น. 78) สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจและวิเคราะห์นิมิตที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจผิดเฉพาะบทเรียน แบบทดสอบเป็นแบบให้นักเรียนเลือกตอบและแสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดลำดับแนวความคิด โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม

1. แนวความคิดที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

2. แนวความคิดไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

3. แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องแต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนผิด

4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

Westbrook and Marek (1991, p. 41) ได้แบ่งการวัดและประเมินมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ทั้งหมด 5 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มของความเข้าใจมโนคติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ซึ่งหมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติที่ยอมรับและสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญ

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มของความเข้าใจมโนคติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ซึ่งหมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติที่ยอมรับและสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบที่สำคัญ

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มของความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ซึ่งหมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติที่ยอมรับและสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบที่สำคัญ และมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มของความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) ซึ่งหมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีมโนคติที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติที่ยอมรับ

กลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มของความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) ซึ่งหมายถึง คำตอบที่ไม่ตรงคำถามหรือประเด็น ตอบลักษณะทวนคำถาม หรือไม่ตอบคำถามเลย

จากการศึกษาการจัดกลุ่มความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถจัดแบ่งกลุ่มได้หลายวิธี หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักการศึกษา ได้ทำการศึกษา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง 2) ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน 3) ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง

2.4 บริบทของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา แบบสหศึกษา ขนาดใหญ่ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2514 ตั้งอยู่เลขที่ 59 ถนนแจ้งสนิท หมู่ที่ 16 ตำบลศรีพิลา ตำบลหนองสิม อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม มีพื้นที่ทั้งหมด 50 ไร่ 17.20 ตารางวา ปีแรกได้รับอนุมัติให้เปิด 2 ห้องเรียน โดยอาศัย อาคารโรงเรียนบ้านบรบือ (บรบือราษฎร์ผดุง) เป็นสถานที่เรียนชั่วคราว ปีงบประมาณ 2515 โรงเรียนได้งบประมาณก่อสร้างอาคารประกอบอื่น ๆ จึงได้ย้ายจากโรงเรียนบ้านบรบือ (บรบือราษฎร์ผดุง) มาตั้งอยู่ในปัจจุบันเลขที่ 59 หมู่ 3 ตำบลหนองสิม อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม 44130 โทรศัพท์ 043771026

ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษา โดยใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสารภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามนโยบายของรัฐบาลเพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีห้องเรียนทั้งหมด 61 ห้องเรียนจำนวนผู้บริหาร 3 คนข้าราชการครู 115 คน ลูกจ้างประจำ 2 คนพนักงานราชการ 2 คนครูธุรการ 1 คนครูอัตราจ้าง 4 คนและลูกจ้างชั่วคราว 9 คนรวมบุคลากรทั้งสิ้น 128 คน ผู้อำนวยการคนปัจจุบัน คือนายประเทือง พลเสนาตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา วิทยฐานะผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ

แผนการพัฒนาคุณภาพโรงเรียนในอนาคตโรงเรียนมุ่งพัฒนาโรงเรียนในทุกๆด้านควบคู่กันไปโดยมีเป้าประสงค์ให้นักเรียนเป็นคนดีมีความรู้มีความสุขในสังคมอย่างมีคุณภาพตามมาตรฐาน ดำเนินการให้มีการบริหารจัดการ โดยโรงเรียนเป็นฐานผู้ที่เกี่ยวข้องทุกส่วนมีส่วนร่วมในการพัฒนา และแก้ปัญหาหลักสูตรสถานศึกษาต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและท้องถิ่น ครูและผู้บริหารต้องเป็นผู้มีมืออาชีพตามมาตรฐานวิชาชีพ โรงเรียนได้นำเทคโนโลยีมาสู่กระบวนการเรียนการสอนพัฒนาระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียนให้มีประสิทธิภาพพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนและพัฒนาด้านอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อความคิดความรู้และความสุขของนักเรียนในอนาคตโรงเรียนมีความมุ่งมั่นที่จะร่วมกับชุมชนในการพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพเป็นคนดีมีความรู้และสามารถนำไปใช้และความรู้ไปใช้ในสังคมได้อย่างมีความสุขตามอัตภาพ โดยให้มีองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์คือมีวินัยใฝ่เรียนรู้คู่คุณธรรมนำก็พร้อมพัฒนาสังคมนิยมไทย

2.4.1 วิสัยทัศน์

มุ่งมั่นพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา สุขภาพดี มีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.4.2 พันธกิจ

1. พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบูรณาการในทุกวิชา
2. พัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน มีสุขภาพดี มีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
3. พัฒนาการบริหารจัดการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน ระดมทรัพยากรทางการศึกษาจากทุกภาคส่วนให้มีส่วนร่วม เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.3 เป้าประสงค์

1. เพื่อให้ นักเรียน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร มีความรู้ คุณธรรม น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. เพื่อให้ นักเรียน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร มีสุขภาพดี มีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
3. โรงเรียนบรบือวิทยาคารมีการบริหารงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.4 ศักยภาพของโรงเรียน

ในปีการศึกษา 2561 นี้ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร เปิดสอนตามโครงการ EIS (English for Integrated Studies) และหลักสูตร โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยความร่วมมือกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา(สกอ.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ในด้านการส่งเสริมสร้างคุณธรรมนักเรียน ครูทุกคนระลึกอยู่เสมอว่า บุตรหลานของท่านเป็นแก้วตาดวงใจของผู้ปกครองพวกเราจึงดูแลเอาใจใส่ให้นักเรียนทุกคนอย่างใกล้ชิดโดยน่านโยบาย สพฐ. ระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนมาใช้อย่างเข้มแข็ง จัดครูที่ปรึกษาดูแลนักเรียนเป็นรายบุคคลคัดกรองส่งเสริมแก้ไขปัญหาให้โรงเรียนมีนโยบายให้ครูทุกคนออกเยี่ยมบ้านของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ประสานเครือข่ายกำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน สร้างเครือข่ายแกนนำนักเรียนประจำหมู่บ้านเพื่อดูแลลูกหลานให้ทั่วถึงและช่วยเหลือได้ทันทั่วทั้งที่

โรงเรียนได้จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และได้จัดให้นักเรียนได้เรียนวิชาเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังจัดให้นักเรียนได้เรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วย การจัดกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ กิจกรรมบังคับและกิจกรรมชุมนุมที่ให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ ความถนัดของนักเรียน

โรงเรียนมีสิ่งอำนวยความสะดวกนักเรียนมากมาย มีระบบไฟฟ้า ประปา บาดาล โทรศัพท์ โทรสาร รวมทั้งสัญญาณดาวเทียม และระบบสื่อสารอื่นๆ มีสนามกีฬาได้มาตรฐานอุปกรณ์กีฬาครบถ้วน การจัดสร้างสวนหย่อมมีบรรยากาศร่มรื่น

แผนการพัฒนาโรงเรียนในอนาคตในอนาคต โรงเรียนมุ่งพัฒนา โรงเรียนในทุกๆด้านควบคู่ไปกับการจัดให้ทุกห้องมีเครื่องเสียง โปรเจกเตอร์ คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) เพื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ e-Book, E-Learning, EDLTV มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wifi) ครอบคลุมทุกพื้นที่ในโรงเรียน จัดสร้างห้องสมุดเป็นแหล่งการเรียนรู้อาเซียนศึกษา มีโครงการพัฒนายกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีกิจกรรมที่หลากหลาย อาทิ เช่นการส่งเสริมการอ่านตะลุยกิจกรรมทั่วทิศพิชิต O-NET, GAT, PAT, การจัดทำคู่มือใช้หลักสูตร, การวิเคราะห์หลักสูตรและตัวชี้วัด เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ตลอดจนการวัดผลประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ โดยการส่งเสริมให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาได้รับการอบรมเทคนิคการสอนอุปกรณ์ต่างๆ มีการจัดตั้งระบบข้อมูลสารสนเทศมีเวลาสารประชาสัมพันธ์ เพื่อเป็นการสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของนักเรียนให้สูงขึ้น

ภาพอนาคตโรงเรียนมีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพ เป็นคนดี มีความรู้และความสามารถนำความรู้ไปใช้ในสังคมได้อย่างมีความสุขตามอัตภาพ โดยให้มีองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คือ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ชูคุณธรรม นำกีฬา ร่วมพัฒนาสังคม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

ชัยนต์ ศรีเชียงหา (2554, น. 49-58) ได้ทำการศึกษาพัฒนามโนทัศน์ เรื่องสมดุลงเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะดังนี้ ระยะที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อสำรวจมโนทัศน์ เรื่องสมดุลงเคมี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มิมี มโนทัศน์วิทยาศาสตร์บางส่วน เรื่องปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ค่าคงที่สมดุล และปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นอกจากนี้ยังพบว่ามิ

นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากมโนคติจากมโนทัศน์วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และหลักของเลอชาเตอลิเอ ระยะที่ 2 เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อศึกษามโนทัศน์ เรื่องสมดุลเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่องสมดุลเคมี ผลการวิจัย พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในทั้งระดับ มหภาค และระดับจุลภาคได้ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนามโนทัศน์เรื่องสมดุลเคมีให้มีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลางในทุกๆ ด้าน

โกเมศ นาแจ้ง (2554, น.76-87) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนคติ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS (Model Centered Instruction Sequence) เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจัดอยู่ในระดับพอใช้ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนคติเรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70.45 สูงกว่าที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนคติเรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

สุทธิดา จำรัส (2555, น. 53-67) ได้ศึกษาความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยกิจกรรมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองจะสามารถพัฒนาความเข้าใจทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และยังนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง โครงสร้างอะตอม

ปาติดา มาจรัส (2555, น. 91-104) ได้ศึกษาการพัฒนา มโนคติเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงตีความ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา มโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน, แบบทดสอบวัดความเข้าใจ มโนคติเชิงวิทยาศาสตร์, ใบงานและใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่านักเรียนมีระดับความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงที่ถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นในขณะที่นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจ มโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลง หลังจากที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

สามิตะ มุสอ (2555, น. 24-38) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะดังนี้ ระยะที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อสำรวจแบบจำลองทางความคิดเรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องบางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องกรด-เบสการไทเทรตกรด-เบส และสมบัติของสารละลายกรด-เบส ตามลำดับ ระยะที่ 2 เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดเรื่องกรด-เบส และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 46 มีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องบางส่วนในทุกแนวคิด ยกเว้นแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและสารละลายบัฟเฟอร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องบางส่วนและค่าขึ้นบางส่วนกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์

นิกร สีกวนชา (2556, น. 78-89) การศึกษามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารและการจำแนกการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารและการจำแนก กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประถมศึกษา ขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนคติ เรื่องสารและการจำแนก จำนวน 7 ข้อ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการวัดมโนคติ และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบตามแนวทางของ Andersson ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายของสสารว่าความร้อน และเสียงเป็นสสาร ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเราคือสสารและแก๊สออกซิเจน มนุษย์และเลือดไม่เป็นสสาร 2) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารว่าเกลือหายไปเมื่อถูกเทใส่ลงในน้ำ น้ำอัดลมแข็งตัว ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลง และระดับน้ำในแก้วลดลงเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี 3) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกสาร โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ ใช้ราคาเป็นเกณฑ์ ใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ ใช้ความอันตรายของสารเป็นเกณฑ์ 4) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ว่าน้ำแข็งดิบ น้ำพริก เป็นสารเนื้อเดียว ส่วนเหรียญบาท แก๊สออกซิเจนและน้ำอัดลม เป็นสารเนื้อผสม 5) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย ว่าน้ำนม น้ำอบไทย น้ำแข็งดิบและน้ำส้มป่น เป็นสารละลาย แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายสารที่เป็นคอลลอยด์ได้ 6) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารว่าเมื่อน้ำเดือด อุณหภูมิของน้ำจะแยกออกจากกันเป็นแก๊ส

ออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน มีเฉพาะแก๊สออกซิเจน หรือมีทั้งน้ำ และแก๊ส และ 7) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสารว่าเมื่อสารเปลี่ยน สถานะไปเป็นแก๊ส อนุภาคของแก๊สจะถูกดันไปข้างภาชนะ อนุภาคของแก๊สจะเบาและลอยตัวสูง อนุภาค ของแก๊สจะใหญ่ขึ้น และมีจำนวนอนุภาคเพิ่มขึ้น

กรทิพย์ สุภัทรชัชวงศ์ (2557, น.13-25) ได้ศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอม โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย ระยะเวลาที่ 1พบว่าแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ถูกต้องบางส่วนและคาดเคลื่อนบางส่วน โดยเฉพาะในประเด็นเรื่องลักษณะรูปร่างของ อะตอมและระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ส่วนใหญ่ในประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ อะตอมของนักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้องมากที่สุดสำหรับความเข้าใจ ธรรมชาติของแบบจำลองนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของ นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ โดยประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจไม่สอดคล้องมากที่สุด คือ การ ออกแบบและการสร้างแบบจำลอง จุดประสงค์ของแบบจำลองและความหลากหลายของ แบบจำลอง ระดับที่ 2 พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่อง โครงสร้าง อะตอมมีการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด ร่วมกับการใช้คำถาม เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมรวมไปถึงการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียน เชื่อมโยงเนื้อหาเคมีทั้ง 3 (ระดับจุลภาค มหภาพ และสัญลักษณ์) สำหรับแนวคิดที่เป็นนามธรรมมี การใช้กิจกรรมอุปมาในการจัดการเรียนรู้ และมีการสอดแทรกกิจกรรมที่สะท้อนธรรมชาติของ แบบจำลอง และกระบวนการสร้างแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองและ นำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ณัฐพล หนูจินจิตร (2559, น.56-64) ได้ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับดวงจันทร์ของนักเรียน จำนวน 60 คนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลอง เป็นฐานรวมกับวิธีการถามคือสอน และ สืบหาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ เครื่องมือที่ ใช้ในการวิจัยได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ บันทึกการเรียนรู้ของ ผู้เรียน และแบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ข้อมูลเชิงปริมาณวิเคราะห์ ด้วยการหา ค่าความถี่ และร้อยละและข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมี แนวคิดถูกต้อง (48.52%) และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (38.70%) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับวิธีการถามคือสอน นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน กับแนวคิดคลาดเคลื่อน(11.67%) และแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง (1.11%) และหลังเรียนไม่มีผู้เรียน

คนใดที่ไม่มีแนวคิดส่วนความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้พบว่าการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสื่อการเรียนรู้ทางดาราศาสตร์เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับดวงจันทร์ของผู้เรียนได้

2.5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Harrison and Treagust (2004, pp.33-49) ได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบความเข้าใจโมโนทัศน์ ที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ได้แก่ แนวคิดเกี่ยวกับอะตอม โมเลกุล และพันธะเคมี หลังการใช้แบบจำลองที่หลากหลายในการสอน ได้แก่ แบบจำลองที่เป็นอุปมาอุปไมย และการเปรียบเทียบ โดยขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ กำหนดเป้าหมาย (Focus) การปฏิบัติการ (Action) และการสะท้อนผล (Reflection) หรือเรียกย่อๆว่า FAR ซึ่งลักษณะกิจกรรมจะเป็นการนำแบบจำลองการเปรียบเทียบ ที่หลากหลาย ทั้งที่มีลักษณะเหมือนและไม่เหมือนกับแนวคิดเป้าหมาย แต่นักเรียนมีความคุ้นเคย จากการศึกษาพบว่า การใช้แบบจำลองที่หลากหลายในการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้มากขึ้น

Pringle (2006, pp-65-79) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนเรื่องอะตอม หรือ โครงสร้างอะตอมของ Bohr โดยการสร้างแบบจำลองในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย พบว่า การสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนมีโมโนทัศน์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับส่วนประกอบของอะตอม แสดงให้เห็นว่า การสร้างแบบจำลองสามมิติ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างอะตอม ซึ่งเป็นประโยชน์ ทำให้นักเรียนได้เข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งเป็นโมโนทัศน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อไป

Destenes (2006, pp. 106-121) ได้ศึกษาการจัดโครงการการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองของสมอง เพื่อศึกษาส่วนต่างๆของสมอง ขนาดของสมองส่วนต่างๆของ สมองสัตว์แต่ละชนิด เช่น สมองสุนัขกับแมว ลิงชิมแปนซีกับมนุษย์ สัตว์กินพืชกับสัตว์กินเนื้อ เป็นต้น และให้นักเรียนทำนายและอธิบายความสัมพันธ์ของโครงสร้างสมองกับพฤติกรรมของสัตว์ และความสัมพันธ์ของโครงสร้างการทำงานกับสมอง ผลการประเมินความเข้าใจเนื้อหา วิทยาศาสตร์ และประเมินโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่า โครงการศึกษาสมองโดยใช้แบบจำลองทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในโครงสร้างของสมองของสัตว์ชนิดต่างๆ และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของโครงสร้างสมองกับพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัย และอาหาร การกินได้

Hestenes (2006, pp. 303-319) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนปกติที่เน้นการสอนแบบบรรยายกับจัดการเรียนการสอนด้วยแบบจำลอง (Modeling Instruction) ที่เน้นการสร้างการ ตรวจสอบและการนำไปใช้ของแบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางกายภาพในวิชา

ฟิลิกส์ ซึ่งเป็นโครงการที่เก็บข้อมูลจากการให้นักเรียนเข้าอบรมเชิงปฏิบัติการการสร้างแบบจำลอง เป็นระยะเวลา 3 ถึง 4 สัปดาห์ในภาคฤดูร้อนและทำการวัดหลังจากเรียนจบ 1 ปีการศึกษา โดยใช้แบบทดสอบที่เรียกว่า Force Concept Inventory (FCI) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์เรื่องกลศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสอนที่ต่างกัน ผลการทดลองกับนักเรียนจำนวน 3,394 คนพบว่านักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์เรื่องกลศาสตร์ หลังการทดลองคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 52 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติที่ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 42 และทดลองเรื่องนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดีเยี่ยม หลังจากเข้าโรงอบรมเชิงปฏิบัติการเวลาผ่านไป 2 ปีการศึกษาจำนวน 647 คนและทำการวัดด้วยแบบวัด FCI พบว่านักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์เรื่องกลศาสตร์หลังจากการทดลองคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 69

Littlejohn (2007, pp. 121-138) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองใบไม้แบบจำลองเซลล์พืชและแบบจำลองเซลล์สัตว์ เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้มโนทัศน์เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืชและการหายใจระดับเซลล์ภายหลังการสอนพบว่านักเรียนได้คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ดังกล่าวสูงขึ้นรวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้การสังเคราะห์แสงของพืชและการหายใจระดับเซลล์ได้ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถนำเสนอกระบวนการที่ซับซ้อนให้แก่แก่นักเรียนได้เห็นเป็นรูปธรรมได้

Kim (2007, pp. 92-113) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่ของแผ่นโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จากการศึกษาพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบจำลอง 3 มิติ สามารถทำคะแนนได้ดีกว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้แบบจำลอง 2 มิติ และพบว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยที่เพศและชาติพันธุ์ไม่มีผลต่อการทดสอบ

Khan (2008, pp. 215-228) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์แบบจำลอง (Computer Simulation) ที่อาศัยหลักการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเยของนักเรียน กิจกรรม Simulation ที่ใช้ประกอบด้วยการทำนายกลไกของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลง ของกราฟ มุมมอง ในระดับนาโน และการใช้อุปมาอุปไมย ที่เคลื่อนไหวได้ โดยจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง ประเมิน และปรับปรุง ความรู้ของตนเองอยู่เสมอ จากการศึกษาพบว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้แนวคิดทางเคมีได้ดีและมีความเข้าใจมากขึ้น

Baek et al. (2010, pp. 313-329) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS (Model Centered Instruction Sequence) เพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific modeling) ในมิติด้านการสร้างและการปรับปรุงแบบจำลองภายใต้โครงการ MoDeL S ของนักเรียนเขต 5 จำนวน 28 คนเป็นระยะเวลา 6 ถึง 8 สัปดาห์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการระเหย และการควบแน่นของสารเก็บข้อมูลก่อนและหลัง โดยใช้แบบวัดการบันทึกวิถีทัศน์และการใช้แบบตอบการสัมภาษณ์ ค้นพบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 64 ของนักเรียนทั้งหมดกล่าวคือนักเรียนสามารถวาดภาพแบบจำลองที่อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาค ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ซึ่งเป็นการแสดงการอธิบายลักษณะที่สำคัญด้วยแบบจำลอง และการสื่อสารด้วยแบบจำลองและจากการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 12 คนพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่าแบบจำลองสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้และคำนึงถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาแบบประเมินแบบจำลอง

จากการศึกษางานวิจัย ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เพื่อช่วยในการศึกษาเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการสร้างแบบจำลองจำนวนมาก และนำมาใช้ในหลายสาขาวิชา ผลที่ได้จากงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ มีลักษณะที่สอดคล้องกัน คือ การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างแบบจำลองนั้น มีส่วนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ ความเข้าใจในสิ่งที่เป็นามธรรมให้เป็นรูปธรรม ซึ่งจะส่งผลให้กับนักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น กล่าวคือมีความคลาดเคลื่อนของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ลดลง ดังนั้นจากผลการวิจัยที่ได้สามารถนำมาสนับสนุนได้ว่าการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานนี้สามารถนำมาใช้พัฒนาการเรียนด้านความเข้าใจได้ดี และยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ได้ดำเนินการ
ตามลำดับ ดังนี้

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

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ห้อง 6 โรงเรียน
เรียนบรือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 38 คน

3.2 เครื่องมือวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผน
เวลา 12 ชั่วโมง

3.2.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัย 1 ชุด
จำนวนชุดละ 18 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.3.1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร โดยกำหนดเนื้อหาเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1

การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ปฏิกิริยาเคมี	1.การเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
	2.ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
	3.สมการเคมี	2
	4.ปัจจัยที่มีผลต่อเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
	5.ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี	2
	6.สารเคมีในชีวิตประจำวัน	2
รวม		12

3.3.1.3 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้อิงวิเคราะห์ มากำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.3.1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 6 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

- 1) สารสำคัญ
- 2) มาตรฐานการเรียนรู้
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สารการเรียนรู้
- 5) กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 6) สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้
- 7) การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆของแผน ซึ่งถ้ามีข้อปรับปรุงแก้ไข ให้แก้ไขให้เรียบร้อย

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดประเมินผล ดังนี้

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง คุณวุฒิ กศ.ค. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง คุณวุฒิ ปร.ค. (วิจัยและประเมินผล) อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล เอกะกุล คุณวุฒิ ศษ.ม. (การวัดและประเมินผล การศึกษา) อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล
- 4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ สีสม คุณวุฒิ กศ.ค. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
- 5) ครูสุจิตรา บุญประสงค์ คุณวุฒิ ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูโรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผน ได้แก่ สารสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม โดยค่าน้ำหนักคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ต้องมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น.138) จึงจะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.20-5.00 (ภาคผนวก ก)

3.3.1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การจัดสถานที่ในการทำแบบจำลองให้สะดวกและปลอดภัย, แบบจำลองที่สร้างขึ้นอาจใช้ระยะเวลามากในการทำการปรับปรุงระยะเวลาในการสร้างแบบจำลองในบางแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ นำไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

3.3.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3.3.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.2.2 ศึกษาเนื้อหา และสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาเคมี เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบด้านความเข้าใจ

ตารางที่ 3.2

การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องต่อสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

เรื่อง	สาระการเรียนรู้	จำนวน	จำนวน
		ข้อสอบที่ ออก	ข้อสอบที่ ต้องการใช้จริง
ปฏิกิริยาเคมี	1.การเกิดปฏิกิริยาเคมี	5	3
	2.ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี	5	3
	3.สมการเคมี	5	3
	4.ปัจจัยที่มีผลต่อเกิดปฏิกิริยาเคมี	5	3
	5.ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี	5	3
	6.สารเคมีในชีวิตประจำวัน	5	3
	รวม	30	18

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ชนิดปรนัยแบบสองตอน โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นส่วนของคำถามการให้เหตุผลนับคำตอบที่เลือกตอบจำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 18 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

3.3.2.4 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.5 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการประเมินผล ดังนี้

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง คุณวุฒิ กศ.ค. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง คุณวุฒิ ปร.ค. (วิจัยและประเมินผล) อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล เอกะกุล คุณวุฒิ ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล
- 4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ สีสม คุณวุฒิ กศ.ค. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
- 5) ครูสุจิตรา บุญประสงค์ คุณวุฒิ ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูโรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.3.2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ก)

3.3.2.7 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ ไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนที่ผ่านการเรียนมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ม.3/8

3.3.2.8 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจสอบให้คะแนน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องอยู่ในช่วง 0.20-1.00 จึงจะใช้ได้ พบว่า ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.73 (ภาคผนวก ค)

3.3.2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 18 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยค่าความเชื่อมั่นต้องมีค่ามากกว่า .70 พบว่าค่าความเชื่อมั่นมีค่า .83 (ภาคผนวก ค)

3.3.2.10 จัดทำแบบทดสอบวัดมโนมิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวน 18 ข้อเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวัดมโนมิตวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ชี้แจงขั้นตอนในการทำกิจกรรม บทบาทหน้าที่ของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน แจกแจงจำนวนครั้งที่สอบ และวัดส่วนของคะแนนสอบ

3.4.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนเอง ใช้เวลาในการสอน 12 ชั่วโมง โดยกลุ่มตัวอย่างใช้แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

3.4.3 เมื่อทำการสอนเสร็จสิ้นตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี

3.4.4 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ โดยการแจกแจงความถี่ เพื่อทำการจัดกลุ่มระดับความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การตรวจแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์

การตรวจแบบทดสอบวัดความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี เพื่อศึกษามโนมิตวิทยาศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีเกณฑ์ระดับคะแนนความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ เป็นดังนี้

1. ความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้อง เป็นระดับที่ผู้เรียนเข้าใจ ถูก ให้คำตอบที่ถูก และให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ ประกอบตามแนวคิดมโนมตี ได้คะแนน 2 คะแนน
2. ความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อน เป็นระดับที่ผู้เรียน มีการให้คำตอบ หรือ ให้เหตุผลที่ถูกต้องในส่วใดส่วหนึ่ง ได้คะแนน 1 คะแนน
3. ความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง เป็นระดับที่ผู้เรียนไม่สามารถ ตอบคำถามได้ หรือไม่เข้าใจคำตอบเลย ได้คะแนน 0 คะแนน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

3.6.1.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนมตี ทางวิทยาศาสตร์ใช้สูตรค่าความสอดคล้อง IOC (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 269)

$$\text{ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)} = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมระหว่างคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.1.2 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ มโนมตีทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 300)

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \quad (3-2)$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ
 F_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

F_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
n_H, n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
n	แทน	จำนวนคนผู้สอบทั้งหมด ($n = n_H + n_L$)

3.6.1.3 การหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมิติทาง
วิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method)
(ไพศาล วรรคำ, 2559, น. 288)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \quad (3-3)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.6.2 สถิติพื้นฐาน

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรรคำ, 2559, น. 323)

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

เมื่อ	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2559, น. 325)

$$S.D. = \frac{\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{N(N-1)} \quad (3-4)$$

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

3.6.2.3 ร้อยละ (Percentage: %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2559, น. 321)

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ	f	แทน	ความถี่ของรายการที่สนใจ
	N	แทน	จำนวนทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากการวัดความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างประกอบการวิจัยเรื่อง“การศึกษาความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน” ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษาข้อมูลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลดังนี้

X แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียน

f แทน ความถี่

% แทน ค่าร้อยละ

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน และผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ ผลการศึกษาระดับความเข้าใจโมดิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 การวิเคราะห์การศึกษาความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์การศึกษาความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

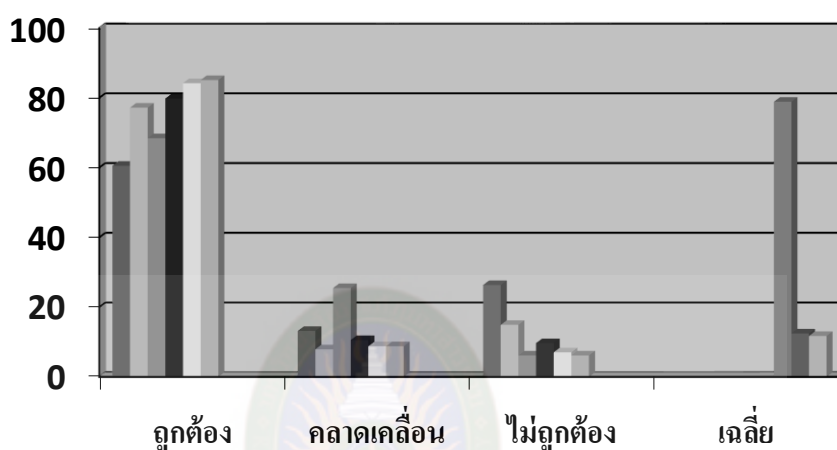
ตารางที่ 4.1

ค่าร้อยละของระดับความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

มโนมตีทางวิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม ที่		ระดับความเข้าใจโนมตี		
			ถูกต้อง	คลาดเคลื่อน	ไม่ถูกต้อง
การเกิดปฏิกิริยาเคมี	1-3	f	69	15	30
		%	60.53	13.16	26.32
ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4-6	f	88	9	17
		%	77.19	7.89	14.91
สมการเคมี	7-9	f	78	29	7
		%	68.42	25.44	6.14
ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	10-12	f	91	12	11
		%	79.82	10.53	9.65
ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี	13-15	f	96	10	8
			84.21	8.77	7.03
สารเคมีในชีวิตประจำวัน	16-18	f	97	10	7
		%	85.09	8.77	6.14
ผลรวมของค่าเฉลี่ย (%)			75.88	12.43	11.70

หมายเหตุ f = ความถี่ของคำตอบ, % = ค่าร้อยละความถี่ของคำตอบในแต่ละมโนมตีทาง
วิทยาศาสตร์, ผลรวมของค่าเฉลี่ย (%) = ค่าร้อยละของความถี่ของคำตอบทุกมโนมตีทาง
วิทยาศาสตร์แต่ละระดับความเข้าใจ

จากผลการศึกษาความเข้าใจโนมิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานนั้นมีความ
เข้าใจที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจโนมิตที่หลากหลาย ตั้งแต่ระดับที่
เข้าใจโนมิตที่ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 75.88 รองลงมาคือมีโนมิตทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเฉลี่ย
ร้อยละ 12.43 และ ไม่เข้าใจโนมิตทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 11.70



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละความถี่ของคำตอบในแต่ละมโนมิตทางวิทยาศาสตร์
ของผู้เรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

4.3.2 การวิเคราะห์คำตอบในแต่ละมโนมิตทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์คำตอบในแต่ละมโนมิตทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

4.3.2.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการศึกษาผลการวิจัยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็น
ฐานพบว่าคำตอบของผู้เรียนมีความเข้าใจโนมิตทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยา
เคมี มีจำนวนร้อยละ 60.53 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ การเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นกระบวนการที่สารตั้งต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เกิดการ
เปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การเกิดตะกอน เกิดฟองแก๊ส รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ซึ่งอาจอยู่

ในรูปความร้อน แสง เสียง เป็นต้น แล้วส่งผลให้เกิดสารชนิดใหม่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิมขึ้น เรียกว่า ผลิตภัณฑ์”

ผู้เรียนมีความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน มีจำนวนร้อยละ 13.16 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“การเกิดปฏิกิริยาเคมี เกิดจากการที่ สารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี แต่สารที่เกิดขึ้นใหม่ยังมีสมบัติเหมือนกับสารเดิม” และผู้เรียนมีความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง จำนวนร้อยละ 26.32 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนว่า

“ การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของสาร เช่น การเปลี่ยนแปลงสถานะ การละลาย การมีรูปร่างเปลี่ยนไป หลังจากการเปลี่ยนแปลง เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี ”

4.3.2.2 ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการศึกษาผลการวิจัยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานพบว่าคำตอบของผู้เรียนมีความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมีจำนวนร้อยละ 77.19 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ การเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 2 ประเภท คือ ปฏิกิริยาคายความร้อน เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้วให้พลังงานความร้อนออกมาแก่สิ่งแวดล้อม เช่น การเผาไหม้ เชื้อเพลิง การเผาผลาญอาหารในร่างกาย และ ปฏิกิริยาคูดความร้อน เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้ว ดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าไป ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง ผู้เรียนมีความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จำนวนร้อยละ 7.89 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนว่า

“ การเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 1 ประเภท คือ ปฏิกิริยาคายความร้อน เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้วให้พลังงานความร้อนออกมาแก่สิ่งแวดล้อม เช่น การเผาไหม้ เชื้อเพลิง การเผาผลาญอาหารในร่างกาย หรือ ปฏิกิริยาคูดความร้อน เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้ว ดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าไป ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลง” และผู้เรียนมีความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง จำนวนร้อยละ 14.91 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ การเกิดปฏิกิริยาเคมีไม่ต้องใช้พลังงานในการให้เกิดการเปลี่ยนแปลง”

4.3.2.3 สมการเคมี

จากการศึกษาผลการวิจัยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานพบว่าคำตอบของผู้เรียนมีความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมการเคมีจำนวนร้อยละ 68.42 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ สมการเคมีเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยสารตั้งต้นจะอยู่ทางด้านซ้ายมือ ผลิตภัณฑ์อยู่ทางขวามือ ตรงกลางมีลูกศรชี้จากด้านซ้ายไปด้านขวาของสมการ

และแต่ละข้างของสมการต้องมีจำนวนอะตอม และประจุที่เท่ากัน พร้อมทั้งบอกสถานะของสารชนิดนั้นด้วย ผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จำนวนร้อยละ 25.44 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“แต่ละข้างของสมการต้องมีจำนวนอะตอม และประจุที่เท่ากัน แต่ไม่สามารถดุลสมการให้เท่ากันได้ และบอกสถานะของสารบางชนิดได้ชนิดนั้นด้วย และผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ จำนวนร้อยละ 6.14 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนว่า

“ไม่สามารถดุลสมการทั้งสองด้านได้ และไม่บอกสถานะของสารชนิดนั้นด้วย ”

4.3.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการวิจัยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานพบว่าคำตอบของผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวนร้อยละ 79.82 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี อาจจะทำให้เกิดขึ้นได้เร็ว หรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น, ตัวเร่งปฏิกิริยา, ตัวหน่วงปฏิกิริยา, สมบัติของสารตั้งต้น, พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น, อุณหภูมิของระบบ ”

ผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จำนวนร้อยละ 10.53 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“การเกิดสนิมของเหล็กเกิดจากความชื้นและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์” และผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง จำนวนร้อยละ 9.65 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“การเพิ่มปริมาณของสารตั้งต้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น”

4.3.2.5 ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี

ผลการวิจัยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานพบว่าคำตอบของผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี จำนวนร้อยละ 84.21 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ ปฏิกิริยาเคมีที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งในชีวิตประจำวันของคนเรานี้มักได้รับสารพิษที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากการรับประทานอาหารมากที่สุด นอกจากนั้นยังผลกระทบจากการเกิดฝนกรด ที่เกิดจากแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ ที่ทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ป่าไม้ถูกทำลาย ทำให้หินปูนเกิดการสึกกร่อน ปრაกฏการณ์เรือนกระจก ส่งผลให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น และการเกิดสมีอก เกิดจากการใช้

เชื้อเพลิงฟอสซิลในปริมาณมาก รวมทั้งควันไฟที่เกิดจากไฟป่าทำให้เกิด ฝุ่นละออง ควัน บดบังการมองเห็น และเกิดการระคายเคืองกับดวงตา ”

ผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จำนวนร้อยละ 8.77 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“สารพิษที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่คนเราได้รับมากที่สุดในชีวิตประจำวันมากที่สุดคือ ปุ๋ย และสารเคมีที่ใช้ฆ่าศัตรูพืช ที่ได้รับจากการรับประทานอาหาร และสารปรุงแต่งอาหาร และผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง จำนวนร้อยละ 7.03 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ การเกิดฝนกรด เกิดจากแก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์ ”

4.3.2.6 สารเคมีในชีวิตประจำวัน

ผลการวิจัยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานพบว่า คำตอบของผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสารเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวนร้อยละ 85.21 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ สารเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเรานี้เกิดขึ้นได้จากธรรมชาติเป็นผู้สร้างขึ้น และสร้างจากฝีมือมนุษย์ การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ผู้ใช้ควรรศึกษสมบัติของสารที่จะใช้ อ่านฉลากให้ละเอียด และจะต้องรู้จักสัญลักษณ์เกี่ยวกับสารที่เป็นอันตราย เช่น สัญลักษณ์ รูปหัวกะโหลกมีกระดูกไขว้ แสดงถึงวัตถุมีพิษ ห้ามรับประทาน การสูดดมหรือดูดซึมผ่านผิวหนังแม้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรืออาจถึงแก่ชีวิตได้ และควรรู้ถึงการปฐมพยาบาลเมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมี ดังนี้เมื่อสารเคมีถูกผิวหนัง ให้ล้างด้วยน้ำในปริมาณมากๆ การชำระล้างร่างกายและเสื้อผ้าที่ถูกสารเคมีไม่ควรใช้น้ำเพียงอย่างเดียวในการทำความสะดวก เพราะร่างกาย เสื้อผ้ามีไขมันปนอยู่ ซึ่งน้ำไม่สามารถเป็นตัวทำลายไขมันได้ จึงต้องใช้ร่วมกับสบู่หรือผงซักฟอก ”

ผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จำนวนร้อยละ 8.77 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ แหล่งกำเนิดของสารเคมีมาจากการที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น ”

และผู้เรียนมีความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง จำนวนร้อยละ 6.14 ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนดังนี้

“ การใช้น้ำชำระล้างร่างกายเพียงอย่างเดียวก็สะอาดพอแล้ว

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัยหลังจากที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ผลปรากฏดังนี้

การศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน พบผู้เรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (75.88%) คลาดเคลื่อน (12.43%) และมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง (11.70%)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน มีประเด็นการอภิปรายดังนี้

5.2.1 ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องสูงกว่าความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งมีการพบว่ามีผลสอดคล้อง กับ สุทธิดา จำรัส (2555) ได้ศึกษาความเข้าใจโน้ตส่น เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

โดยกิจกรรมการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองจะสามารถพัฒนาความเข้าใจทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และยังนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความเข้าใจในทศน์เรื่อง โครงสร้างอะตอม และ สอดคล้องกับ Littlejohn (2007) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองใบไม้แบบจำลองเซลล์พืช และแบบจำลองเซลล์สัตว์ เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้ในทศน์เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืชและการหายใจระดับเซลล์ภายหลังการสอนพบว่านักเรียนได้คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ดังกล่าวสูงขึ้นรวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้การสังเคราะห์แสงของพืชและการหายใจระดับเซลล์ได้ชัดเจน ซึ่งอาจมีเหตุผลดังต่อไปนี้

5.2.1.1 การที่นักเรียนได้ประเมินและทบทวนแบบจำลองทางความคิดในขั้นที่ 2 และขั้นตรวจสอบและประเมินแบบจำลอง ถือเป็นกระบวนการตรวจสอบความคิด ถ้านักเรียนพบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมายังไม่สมบูรณ์มากพอ มีข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข ก็ทำให้นักเรียนได้ทราบถึงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในส่วนใดบ้าง เพื่อที่จะได้นำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม ซึ่งจะสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นจากการที่ค้นคว้า ค้นหาในระหว่างที่สร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ ซึ่งนักเรียนจะได้คิดไตร่ตรองความรู้ ข้อบกพร่องของตนเองจากคำแนะนำจากครูและเพื่อนๆ เห็นได้จากการออกมานำเสนอผลงานของนักเรียนและกลุ่มที่ได้ไปศึกษาค้นคว้าในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการนำมาสร้างแบบจำลอง ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก จะช่วยตรวจสอบมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม ก็ศึกษามโนคติในเรื่องเดียวกัน แต่สิ่งที่ได้ค้นหามาได้อาจแตกต่างกัน โดยหลังจากได้นำเสนอแบบจำลอง อาจมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจะนำไปสู่การอภิปรายมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง รวมถึงการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ทำงานร่วมกันซึ่งสอดคล้องกับ บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) ที่กล่าวว่า การสอนที่จะทำให้เด็กเกิดมโนคติวิทยาศาสตร์คือ การสอนที่สามารถจัดหาประสบการณ์ โดยประสบการณ์จะทำให้เด็กเกิดมโนคติ และผลที่ดีที่สุดคือ ประสบการณ์ตรง มีการสัมผัส ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งมีการสะท้อนความคิดและผลการปฏิบัติของนักเรียน

5.2.1.2 การนำความรู้ไปใช้ในขั้นตอนที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง เป็นการนำความรู้ไปใช้ และการให้เหตุผลในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกัน ซึ่งนักเรียนสามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้ในการอธิบายปัญหา จนเกิดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจนสมบูรณ์ ดังที่ Buckley et al. (2004,p.4) ได้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจที่เกิดจากการสร้างแบบจำลองจากปรากฏการณ์ที่ศึกษา หลังจากได้แก้ปัญหา ลงข้อสรุป และให้เหตุผล และสอดคล้องกับแนวคิดของ Gilbert et al (2000) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

แบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจในแนวคิดต่างๆ ได้รวดเร็วขึ้นมองเห็นสิ่งที่เป็นามธรรมในรูปแบบรูปธรรม ช่วยในการทำให้มองเห็นภาพปรากฏการต่างๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งแบบจำลองสามารถใช้เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงไปยังทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

5.2.2 ระดับความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีต่อเรื่องปฏิกิริยาเคมี ที่มีความเข้าใจในหลายระดับ คือความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง (75.88%, 12.43%, 11.70%) อาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

5.2.2.1 ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยเรียงลำดับจากมโนคติที่พบมากที่สุดไปน้อยสุดดังนี้ สารเคมีในชีวิตประจำวัน, ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี, ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี, ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี, สมการเคมี, การเกิดปฏิกิริยาเคมี (85.09,84.21,79.82,77.19,68.42,60.53) น่าจะเกิดจากการที่ผู้เรียนมีความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนเกิดการกระตือรือร้นในการที่จะสร้างแบบจำลองที่เป็นชิ้นงาน สามารถจับต้องได้ จะเห็นได้จากมโนคติเรื่องการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยมีมโนคติที่ถูกต้องมากที่สุดซึ่งเป็นเรื่องสุดท้ายที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ และเกิดการพัฒนาที่สูงขึ้นตามลำดับ

5.2.2.2 ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยเรียงลำดับจากมโนคติที่พบมากที่สุดไปน้อยที่สุดดังนี้ สมการเคมี,การเกิดปฏิกิริยาเคมี ,ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ,ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี ,สารเคมีในชีวิตประจำวัน , ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี (25.44,13.16,10.53,8.77,8.77,7.89) น่าจะเกิดจากความรูพื้นฐาน หรือ ประสบการณ์ ที่ผู้เรียนได้รับมาอย่างไม่ถูกต้อง หรือไม่เข้าใจ โดยจะเห็นได้จากมโนคติเรื่องสมการเคมี ซึ่งมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด เพราะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการคำนวณ ซึ่งผู้เรียนมีความเข้าใจว่าแต่ละข้างของสมการเคมีต้องมีจำนวนอะตอม และประจุที่เท่ากัน แต่ผู้เรียนไม่สามารถทำให้สมการทั้งสองข้างเท่ากันได้

5.2.2.3 ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง โดยเรียงลำดับจากมโนคติที่พบมากที่สุดไปน้อยที่สุดดังนี้ การเกิดปฏิกิริยาเคมี, ประเภทของการเกิดปฏิกิริยาเคมี, ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี, ผลกระทบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี, สมการเคมี, สารเคมีในชีวิตประจำวัน (26.32,14.91,9.65,7.03,6.14,6.14) น่าจะเกิดจาก มโนคติเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นเรื่องแรกที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนมีความสับสนกับการเรียนในรูปแบบเก่า และการสร้างแบบจำลองในครั้งแรก ผู้เรียนใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองเกินกว่าที่กำหนด ทำให้มีเวลาในการนำเสนอ ตรวจสอบและประเมินผลแบบจำลองที่น้อยลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ครูควรทำการแนะนำให้นักเรียนได้ทราบถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและไม่เกิดข้อผิดพลาด ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการร่วมมือกันสร้างแบบจำลองขึ้นมา

5.3.1.2 ในการนำการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ครูควรปรับให้สอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆ เช่น จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม พื้นฐานความรู้ของนักเรียน เป็นต้น

5.3.1.3 ในการนำการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรมีการยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานสามารถนำมาใช้ในการศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน ไปใช้กับเนื้อหาอื่นในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นต่างๆ เช่น วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โครงสร้างอะตอม เป็นต้น เพื่อศึกษาวิธีการสอน ความเหมาะสมกับเนื้อหาใด และระดับใด

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาผลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานในตัวแปรอื่นๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เพื่อนำสิ่งต่างๆ ไปใช้ในวิชาอื่นๆ ได้ และเกิดประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ว 22102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ปฏิกริยาเคมี	12 ชั่วโมง
เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี	เวลา 2 ชั่วโมง
โรงเรียนบรบือวิทยาคาร	ผู้สอน นายธนาศวรรย์ สมไพบุลย์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/.....	ใช้สอนวันที่ เดือน..... พ.ศ.2561 เวลา..... น.

1.สาระสำคัญ

การเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม การเกิดปฏิกิริยาเคมีจำเป็นต้องมีสารเคมีตั้งต้น 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งเรียกสารเคมีเหล่านี้ว่า "สารตั้งต้น" (reactant) ทำปฏิกิริยาต่อกัน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งก่อตัวขึ้นมาเป็นสารใหม่ที่เรียกว่า "ผลิตภัณฑ์" (product) ในที่สุด สารผลิตภัณฑ์บางตัวอาจมีคุณสมบัติทางเคมีที่ต่างจากสารตั้งต้นเพียงเล็กน้อย แต่ในขณะเดียวกันสารผลิตภัณฑ์บางตัวอาจจะแตกต่างจากสารตั้งต้นของมันโดยสิ้นเชิง

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ จิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/1 ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และพลังงานเมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

ว 3.2 ม.2/2 ทดลอง อธิบายและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาของสารต่างๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 3.2 ม.2/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว 8.1 ม. 2/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่าง ครอบคลุม และเชื่อถือได้

ว 8.1 ม. 2/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 2/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ว 8.1 ม. 2/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. สังเกต การสื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาได้ (P)
3. สามารถสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับหลักการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
4. ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน และมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (A)

4.สาระการเรียนรู้

ความรู้

-การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ทักษะ/กระบวนการ

-ทักษะการสังเกต

-ทักษะการลงข้อสรุปข้อมูล

-ทักษะการจัดทำสื่อความหมายข้อมูล

-ทักษะการสร้างแบบจำลอง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีส่วนร่วมในห้องเรียน

5.กระบวนการจัดการเรียนรู้ (รูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน : Model- Based Learning)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (10 นาที)

1. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี โดยมีประเด็นคำถามดังนี้
 - ปฏิกิริยาที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง
 - เมื่อจุดไฟเผาเศษกระดาษด้วยไม้ขีดไฟจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร
 - การที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้นักเรียนคิดว่าจะต้องประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยง

ไปสู่การเรียนรู้เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินและทบทวนแบบจำลองทางความคิด (20 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า
 - เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของสารตั้งต้นไปเป็นสารใหม่ที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์ โดยการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่ละครั้งจะมีพลังงานความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเพื่อใช้ในการสลายโมเลกุลของสารตั้งต้น และใช้ในการก่อรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่
 นอกจากนี้ถ้าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเกิดในระบบปิดจะพบว่า มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยาซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล
2. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 6-7 คน ปฏิบัติใบกิจกรรมที่ 1 การเกิดปฏิกิริยา ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - 2.1 นำหลอดทดลองขนาดกลางมา 4 หลอด ทำการทดลองในแต่ละหลอดตามข้อ 2-5
 - 2.2 หลอดที่ 1 ใส่สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 cm^3 ลงในหลอด ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นหยดสารละลายเลด (II) ไนเตรตที่ละหยดจนครบ 5 หยด สังเกตลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล
 - 2.3 หลอดที่ 2 ใส่ผงฟู 1 ช้อนเบอร์ 1 ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นหยดน้ำส้มสายชูลงไป 20 หยด สังเกตลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล

2.4 หลอดที่ 3 ใส่สารละลายต่างทับทิมเจือจาง 2 cm^3 ลงในหลอดทดลอง ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นหยดกรดไฮโดรคลอริกที่ละหยดจนครบ 20 หยด สังเกตลักษณะของสารและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล

2.5 หลอดที่ 4 ใส่สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 2 cm^3 ลงในหลอดทดลอง ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นเติมเกล็ดของกรดซัลฟิวริกประมาณครึ่งช้อนเบอร์ 1 สังเกตลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล

3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแบบจำลอง (45 นาที)

1. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกัน
2. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมมาวิเคราะห์ และร่วมกันออกแบบแบบจำลองที่จะสร้างขึ้น
3. ลงมือสร้างแบบจำลองที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและประเมินแบบจำลอง 30 นาที

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยาที่นักเรียนได้สร้างขึ้น โดยให้นักเรียนอธิบาย ถึงแนวคิดที่กลุ่มของตนเองใช้สร้างแบบจำลอง เพื่อครูจะได้ตรวจสอบความถูกต้องของมโนคติของนักเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้น

ครูทำการประเมินแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากเกณฑ์การประเมินแบบจำลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง (15 นาที)

นำแบบจำลองไปปรับปรุงแก้ไขตามที่ ครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายในข้อ 4 และนักเรียนสามารถนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปรวมกับแบบจำลองอื่นๆอะไรได้บ้าง เพื่อที่จะขยายแนวความคิดให้กว้างขึ้น (ตัวอย่างเช่นสามารถนำไปอธิบายเกี่ยวกับสมการทางเคมีได้อีกด้วย)

6.สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1
2. ใบงานแบบจำลองที่ 1
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี
4. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ อจท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2

7.การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	เครื่องมือ/วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
พุทธิพิสัย - สามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ใบกิจกรรมที่ 1	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะพิสัย - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล - ทักษะการลงข้อสรุปข้อมูล - ทักษะการสร้างแบบจำลอง	- แบบประเมินทักษะ/กระบวนการ - แบบประเมินแบบจำลอง	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70
จิตพิสัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน - มีส่วนร่วมในห้องเรียน	-แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	-ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป

8.บันทึกท้ายแผน

8.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

8.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(ครูผู้สอน)

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

ลงชื่อ.....
(รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ)

ความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

.....

.....

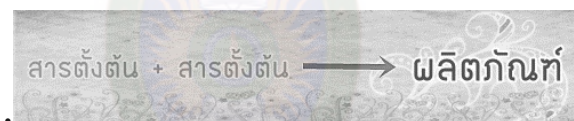
ลงชื่อ.....
(ผู้อำนวยการโรงเรียน)

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

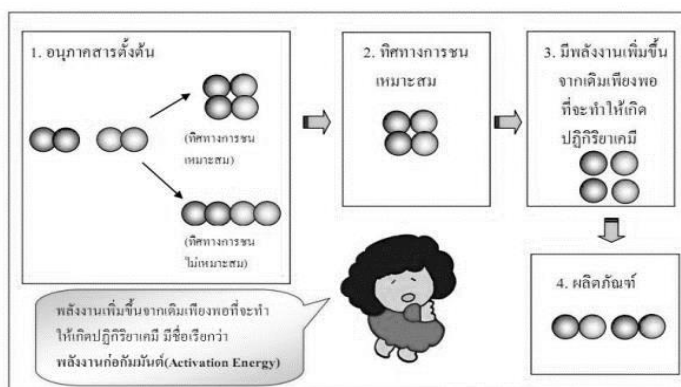
ปฏิกิริยาเคมี

กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม การเกิดปฏิกิริยาเคมีจำเป็นต้องมีสารเคมีตั้งต้น 2 ตัวขึ้นไป (เรียกสารเคมีตั้งต้นเหล่านี้ว่า "สารตั้งต้น" หรือ reactant) ทำปฏิกิริยาต่อกัน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งก่อตัวขึ้นมาเป็นสารใหม่ที่เรียกว่า "ผลิตภัณฑ์" (product) ซึ่งสารผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติทางเคมีที่เปลี่ยนไปจากเดิม



หลังจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีอะตอมทั้งหมดของสารตั้งต้นไม่มีการสูญหายไปไหนแต่เกิดการแลกเปลี่ยนจากสารหนึ่งไปสู่อีกสารหนึ่ง ซึ่งจะเห็นได้จากผลรวมของอะตอมของสารตั้งต้นจะเท่ากับผลรวมของอะตอมของผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาเคมีมีขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงตามลำดับผังเหตุการณ์ ต่อไปนี้



ใบกิจกรรมที่ 1

การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

จุดประสงค์

1. สามารถทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตได้เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
2. ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยา

วิธีทำกิจกรรม

1. นำหลอดทดลองขนาดกลางมา 4 หลอด ทำการทดลองในแต่ละหลอดตามข้อ 2-5
2. หลอดที่ 1 ใส่สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 cm^3 ลงในหลอด ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นหยดสารละลายเลด (II) ไนเตรดที่ละหยดจนครบ 5 หยด สังเกตลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล
3. หลอดที่ 2 ใส่ผงฟู 1 ช้อนเบอร์ 1 ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นหยดน้ำส้มสายชูลงไป 20 หยด สังเกตลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล
4. หลอดที่ 3 ใส่สารละลายด่างทับทิมเจือจาง 2 cm^3 ลงในหลอดทดลอง ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นหยดกรดไฮโดรคลอริกที่ละหยดจนครบ 20 หยด สังเกตลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล
5. หลอดที่ 4 ใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์บอเนต 2 cm^3 ลงในหลอดทดลอง ใช้มือจับหลอดทดลองไว้ตลอด จากนั้นเติมเกล็ดของกรดซัลฟิวริกประมาณครึ่งช้อนเบอร์ 1 สังเกตลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการเติมสาร บันทึกผล



ตารางบันทึกผลการทดลอง

คู่ของสารที่ผสมกัน	ผลการสังเกต	
	ก่อนผสม	หลังผสม

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1

แบบจำลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สมาชิกกลุ่ม

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อ ชั้น เลขที่

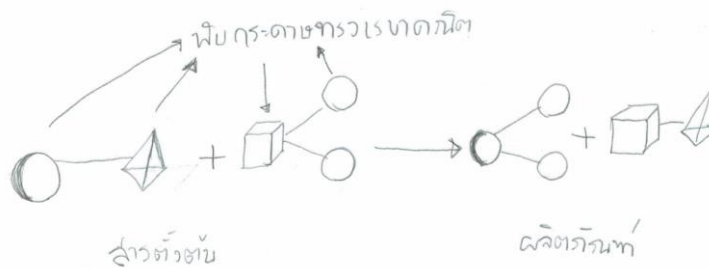
ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่รวมกันออกแบบไว้ พร้อมทั้งบอกชื่อสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ที่ได้

วัสดุ อุปกรณ์

1. กระดานไม้อัด หรือแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด
2. แบบรูปทรงเรขาคณิต
3. กระดาษแข็ง
4. ไม้บรรทัด ปากกา ดินสอ
5. มีดคัตเตอร์
6. กรรไกร
7. กาว
8. ปากกาเคมีสีต่างๆ

การออกแบบแบบจำลอง



แบบประเมินรายบุคคล
วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน			รวม 20 คะแนน	คะแนนเก็บ (2 คะแนน)
		ใบกิจกรรม (10 คะแนน) ใบงาน (10 คะแนน)	แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการ (ผ่าน / ไม่ผ่าน)	แบบประเมินคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (ผ่าน / ไม่ผ่าน)		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม					
8	RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY					
9						
10						
11						

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินทักษะ/กระบวนการ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4

คำชี้แจง: ให้ประเมิน โดยให้คะแนนตรงกับทักษะของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

ที่	ชื่อ	การสังเกต			การจัดทำ สื่อ ความหมาย ข้อมูล			การลง ข้อสรุป			รวม	ผลการ ประเมิน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1		9	ผ่าน
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4

คำชี้แจง: ให้ประเมินโดยให้คะแนนตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

ที่	ชื่อ	ความใฝ่เรียนรู้			ความมุ่งมั่นในการทำงาน			การมีส่วนร่วมในห้องเรียน			รวม	ผลการประเมิน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1		9	ผ่าน
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

**เกณฑ์การประเมิน
ทักษะ/กระบวนการ**

รายการประเมิน	ระดับคะแนน 3 (ดี)	ระดับคะแนน 2 (พอใช้)	ระดับคะแนน 1 (ต้องปรับปรุง)
การสังเกต	มีการเฝ้าดูและจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ได้เรียนอย่างสม่ำเสมอ -ทุกชั่วโมงที่มีการเรียนการสอน	มีการเฝ้าดูและจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ได้เรียนในบางครั้ง -เป็นบางชั่วโมงที่มีการเรียนการสอน	ไม่มีการเฝ้าดูและจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ได้เรียน -ไม่เคยทำทุกชั่วโมงที่มีการเรียนการสอน
การสื่อความหมาย ข้อมูล	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ได้ชัดเจน ถูกต้อง รวดเร็ว และง่ายต่อการแปลความหมาย	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ได้ชัดเจน ถูกต้อง และง่ายต่อการแปลความหมาย แต่มีความล่าช้า	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ได้ไม่ชัดเจน ไม่ถูกต้อง ล่าช้า และยากต่อการแปลความหมาย
การลงข้อสรุป	สรุปถูกต้องชัดเจน	สรุปไม่ชัดเจน คลุมเครือ	สรุปไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การผ่าน : ได้คะแนนการประเมินระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่า “ผ่านเกณฑ์”

**เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์**

พฤติกรรม	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ต้องปรับปรุง)
ความใฝ่เรียนรู้	มีความสนใจและตั้งใจศึกษาเล่าเรียนเป็นอย่างดี - ตั้งใจฟังและไม่คุยกันระหว่างที่ครูกำลังสอน - ไม่ทำกิจกรรมอื่นที่นอกเหนือจากกิจกรรมการเรียนเลย เช่น ไม่เล่นโทรศัพท์ - ซักถามข้อสงสัยมากกว่า 2 ครั้ง	ไม่ค่อยสนใจและตั้งใจศึกษาเล่าเรียน - คุยกันนอกนอกเหนือจากเรียนที่เรียนขณะที่ครูกำลังสอนถูกครูตักเตือน 1-2 ครั้ง - ทำกิจกรรมอื่นที่นอกเหนือจากกิจกรรมการเรียนบางครั้ง เช่น เล่นโทรศัพท์ระหว่างเรียน 1-2 ครั้ง- ซักถามข้อสงสัย 1 ครั้ง	ไม่สนใจและไม่ตั้งใจในการทำงาน - คุยกันนอกนอกเหนือจากเรียนที่เรียนขณะที่ครูกำลังสอนเป็นประจำ ถูกครูตักเตือนทุกมากกว่า 2 ครั้ง - ทำกิจกรรมอื่นที่นอกเหนือจากกิจกรรมการเรียนตลอดเวลา เช่น เล่นโทรศัพท์ระหว่างเรียนมากกว่า 2 ครั้ง- ไม่ถามเลย
ความมุ่งมั่นในการทำงาน	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายและส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด - ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด (ภายในชั่วโมงเรียน)	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายและส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด - ส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 15 นาที(หลังชั่วโมงเรียน 15 นาที)	ไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายและไม่ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด - ส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนดมากกว่า 15 นาที (หลังชั่วโมงเรียนมากกว่า 15 นาที)
การมีส่วนร่วมในห้องเรียน	ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี - เมื่อครูเรียกชื่อให้ตอบคำถามเพื่อแสดงความคิดเห็น นักเรียนแสดงความคิดเห็นทุกครั้งและให้เหตุผลประกอบความคิดเห็นตนเองว่าเห็นด้วยหรือเห็นต่างอย่างไร	ไม่ค่อยให้ความร่วมมือ - เมื่อครูเรียกชื่อให้ตอบคำถามเพื่อแสดงความคิดเห็นนักเรียน ไม่แสดงความคิดเห็น 1 ครั้ง และให้เหตุผลประกอบความคิดเห็นตนเองว่าเห็นด้วยหรือเห็นต่างอย่างไร	ไม่ให้ความร่วมมือใน - เมื่อครูเรียกชื่อให้ตอบคำถามเพื่อแสดงความคิดเห็น นักเรียน ไม่แสดงความคิดเห็นมากกว่า 1 ครั้งและให้เหตุผลประกอบความคิดเห็นตนเองว่าเห็นด้วยหรือเห็นต่างอย่างไร

เกณฑ์การผ่าน : ได้คะแนนการประเมินระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่า “ผ่านเกณฑ์”

**เกณฑ์การประเมิน
ใบกิจกรรม**

รายการประเมิน	ระดับคะแนน 3 (ดี)	ระดับคะแนน 2 (พอใช้)	ระดับคะแนน 1 (ต้องปรับปรุง)
ความถูกต้องของ เนื้อหา	- เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	- เนื้อหาถูกต้องแต่ไม่ สมบูรณ์	เนื้อหา ไม่ถูกต้องและ ไม่สมบูรณ์
การนำเสนอผลงาน	- สมาชิกทุกคนมี ส่วนร่วมในการ นำเสนอผลงาน - บุคลิกการนำเสนอ มีการสบตาและมี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง เช่น ตั้งคำถามเพื่อ ผู้ฟังมีส่วนร่วม	- นำเสนอผลงาน 2-3 คน - บุคลิกการนำเสนอ มีการสบตาแต่ไม่มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง	- นำเสนอผลงาน 1 คน - บุคลิกการนำเสนอ อ่านตามผลงานอย่าง เดียว ไม่สบตาและ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟัง
ความตรงต่อเวลา	นำเสนองานกลุ่มใน เวลาที่กำหนด	นำเสนองานกลุ่มเกิน เวลาที่กำหนดไม่ มากกว่า 3 นาที	นำเสนองานกลุ่มเกิน เวลาที่กำหนด มากกว่า 3 นาที

เกณฑ์การผ่าน : ได้คะแนนการประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า “ผ่านเกณฑ์”

**เกณฑ์การประเมิน
ใบงานแบบจำลอง**

รายการ	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1.ความถูกต้องของมโนคติ	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนคติที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนคติที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนคติที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วน	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนคติที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วนบางส่วน	เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนคติที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วนทั้งหมด
2.อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไขหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนและชัดเจน	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไขหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนแต่ไม่ชัดเจน	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไขหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ครบถ้วนแต่ชัดเจน	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไขหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจนเป็นบางส่วน	เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไขหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจนทั้งหมด

เกณฑ์การผ่าน : ได้ 7 คะแนนขึ้นไป หรือร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า “ผ่านเกณฑ์”



ภาคผนวก ข

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....เวลาที่ใช้สอน.....ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย \surd ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่ามีความสอดคล้องต่อแผนการจัดการเรียนรู้ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ โปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

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

เกณฑ์การประเมิน

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

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
1.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย					
1.3 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินได้ชัดเจน					
2. สาระสำคัญ					
2.1 ความถูกต้อง					
2.2 ภาษาที่ใช้ ชัดเจน เข้าใจง่าย					
3. เนื้อหา					
3.1 ใจความถูกต้อง					
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา					
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน (มัธยมศึกษาปีที่ 2)					
4. กิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน					
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม					
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย					
5.2 เร้าความสนใจให้แก่ของผู้เรียน					
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน					
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ					
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้เชี่ยวชาญ



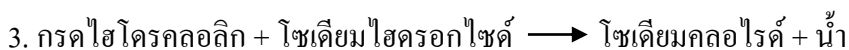
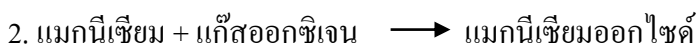
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดความเข้าใจโมโนมิกทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนกากบาท (X) คำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ตัวเลือกลงในแบบทดสอบ พร้อมทั้งเขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

1. พิจารณาสมการต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม



การเปลี่ยนแปลงในข้อใดจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 1 และ 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3

เหตุผล

.....

2. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก. การใช้เตาสุริยะในการต้มน้ำให้เดือด

ข. การระเหยของน้ำเมื่อถูกแสงแดดและลม

ค. การเกิดแสงสีต่างๆเมื่อให้แสงสีขาวผ่านแท่งปริซึม

ง. การที่ฟิล์มถ่ายรูปเปลี่ยนสีเมื่อถูกแสงอาทิตย์

เหตุผล

.....

3. ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

สารที่ ทดลอง	อุณหภูมิ (C)	ผลการสังเกต
A	25	สารละลายใส ไม่มีสี
B	25	สารละลายสีฟ้า
C	25	สารละลายใส ไม่มีสี
D	25	สารละลายสีม่วงแดง
I A+B	34	สารละลายสีฟ้าจางลง ได้สารละลายใส ไม่มีสี
II A+D	22	สารละลายสีม่วงแดงจางลงเล็กน้อย และสีคงที่
III A+C	21	เกิดตะกอนขุ่นขาว
IV B+C	29	เกิดฟองแก๊ส สารละลายใส ไม่มีสี

การเปลี่ยนแปลงใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก. I, II, IV

ข. I, III, IV

ค. I, II, III, IV

ง. III, IV

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

4. ข้อใดกล่าวถึงปฏิกิริยาคายความร้อนได้ถูกต้อง

ก. ทำให้สิ่งแวดล้อมเย็นลง

ข. เกิดขึ้นได้เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา

ค. ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีพลังงานน้อยกว่าสารตั้งต้น

ง. ต้องการพลังงานความร้อนเพื่อเริ่มต้นปฏิกิริยา

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

5.พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1.ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อหยคน้ำลงบนแคลเซียมคาร์ไบด์จัดเป็นปฏิกิริยาเคมีประเภทคลายความร้อน
- 2.เชื้อเพลิงทุกชนิดถ้ามีมวลหรือปริมาตรเท่ากัน เมื่อนำมาเผาไหม้จนหมดจะให้พลังงานความร้อนออกมาจำนวนเท่ากัน
- 3.พลังงานความร้อนและพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงมาจากพลังงานนิวเคลียร์ภายในดวงอาทิตย์

ข้อใดถูกต้อง

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

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

6.ข้อใดถูกต้องที่สุดเมื่อปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

- ก. พลังงานจะถูกดูดเข้าไป
- ข. พลังงานจะคายออกมา
- ค. มีการเปลี่ยนแปลงสถานะเกิดขึ้น
- ง. มีทั้งให้พลังงานออกมาหรือดูดพลังงานเข้าไป

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

7. จากสมการ $x\text{Al} + y\text{O}_2 \longrightarrow z\text{Al}_2\text{O}_3$ เมื่อดุลสมการแล้ว x, y และ z มีค่าเท่าใด

ข้อ	x	y	z
ก.	3	2	2
ข.	2	3	2
ค.	4	3	2
ง.	4	2	3

เหตุผล

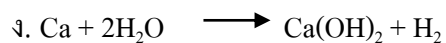
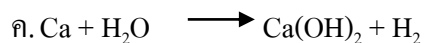
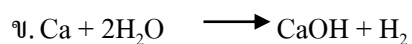
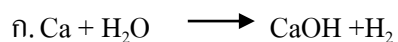
.....

.....

.....

.....

8. ข้อใดเป็นสมการเคมีที่ดุลแล้ว ของปฏิกิริยาเคมีระหว่างแคลเซียมกับน้ำ

**เหตุผล**

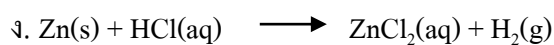
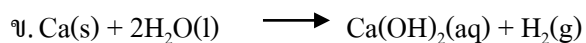
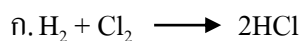
.....

.....

.....

.....

9. ข้อใดเขียนสมการเคมีได้ถูกต้องที่สุด



เหตุผล

.....

.....

.....

.....

10. ปัจจัยที่ทำให้ล้อยักรยานที่ทำด้วยเหล็กเกิดสนิม

ก. ความชื้นและอากาศ

ข. ความร้อนและออกซิเจน

ค. ความชื้นและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ง. แก๊สออกซิเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

11. เมื่อผสมสารละลายกรดซัลฟิวริกกับหินปูนเข้าด้วยกัน การกระทำใด ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น

ก. การเพิ่มอุณหภูมิ

ข. การเพิ่มปริมาณของสารละลาย

ค. การเพิ่มปริมาณตัวละลาย

ง. ใช้หินปูนที่มีขนาดเล็กๆ แทนก้อนขนาดใหญ่

เหตุผล

.....

 12. เมื่อนำทองคำไปเผาจนหลอมเหลว เมื่อปล่อยให้เย็นลงก็ยังคงมีลักษณะเหมือนเดิม ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีเพราะเหตุใด

- ก. ความร้อนหรืออุณหภูมิต่ำเกินไป
- ข. ไม่ได้ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ค. ความเข้มข้นของออกซิเจนในอากาศน้อยเกินไป
- ง. ธรรมชาติของทองคำ

เหตุผล

.....

13. ในชีวิตประจำวัน คนเราได้รับสารพิษจากสิ่งใดมากที่สุด

- ก. ปุ๋ยและสารเคมีที่ใช้ฆ่าศัตรูพืช
- ข. อาหารและสารปรุงแต่งอาหาร
- ค. ยาและเครื่องสำอาง
- ง. สารที่ใช้ทำความสะอาด

เหตุผล

.....

14. ฝนกรดที่เกิดจาก โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าที่แม่เมาะคือสารละลายของสารในข้อใด

- ก. กรดคาร์บอนิก
- ข. กรดซัลฟิวริก
- ค. กรดไนตริก
- ง. กรดแอสซิติค

เหตุผล

.....

.....

15. ฝนกรดมีสาเหตุมาจากสารใด

- ก. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
- ข. ไนโตรเจนออกไซด์
- ค. คาร์บอนไดออกไซด์
- ง. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์

เหตุผล

.....

.....

.....

16. เหตุใดไม่ใช้น้ำแต่เพียงอย่างเดียวในการชำระล้างร่างกายและเสื้อผ้า

- ก. เพราะน้ำไม่สะอาดพอ
- ข. เพราะน้ำไม่ทำปฏิกิริยากับจีโคล
- ค. เพราะน้ำถูกกับไขมันทำให้เกิดการแข็งตัว ล้างออกได้ยาก
- ง. เพราะน้ำไม่สามารถชำระสิ่งสกปรกที่เกิดจากไขมันได้

เหตุผล

.....

.....

.....

17. แหล่งกำเนิดของสารพิษมาจากที่ใด

- ก. ธรรมชาติ
- ข. เกษตรกรรม
- ค. กรรมวิธีในการผลิตอาหาร
- ง. ถูกทุกข้อ

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

18.ภาพสัญลักษณ์ที่เป็นรูปของลักษณะกะโหลก ไขว้ด้วยกระดูกมีความหมายว่าอย่างไร

- ก. วัตถุมีพิษ ห้ามรับประทาน
- ข. เป็นสารกัดกร่อน
- ค. เป็นสารที่มีกัมมันตรังสี
- ง. วัตถุไวไฟ

**เหตุผล**

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ตอบถูกทั้งในส่วนข้อความเชิงเนื้อหาและส่วนเหตุผล ได้ 2 คะแนน

ตอบถูกในส่วนข้อความเชิงเนื้อหา แต่ในส่วนเหตุผลไม่ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

ตอบไม่ถูกในส่วนข้อความเชิงเนื้อหา แต่ในส่วนเหตุผลถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

ตอบไม่ถูกในส่วนข้อความเชิงเนื้อหา และในส่วนเหตุผลไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

ไม่ตอบในส่วนข้อความเชิงเนื้อหา และไม่ตอบในส่วนของเหตุผล ได้ 0 คะแนน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	เฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
1. จุดประสงค์การเรียนรู้									
1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.20	4.20	4.20	4.40	4.40	4.40	4.30	0.11	เหมาะสมมาก
1.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.40	4.40	4.40	4.60	4.40	4.60	4.47	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.40	4.20	4.20	4.40	4.40	4.40	4.33	0.10	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.33	4.27	4.27	4.47	4.40	4.47	4.37	0.09	เหมาะสมมาก
2. สารสำคัญ									
2.1 ความถูกต้อง	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0.00	เหมาะสมมาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0.00	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0.00	เหมาะสมมาก
3. เนื้อหา									
3.1 ใจความถูกต้อง	4.20	4.40	4.80	4.40	4.80	4.60	4.53	0.24	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4.20	4.20	4.80	4.40	4.40	4.40	4.40	0.22	เหมาะสมมาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.40	4.40	4.80	4.40	4.40	4.60	4.50	0.17	เหมาะสมมาก

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ต่อ

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	เฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
4. กิจกรรมการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.6	4.77	0.08	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4.20	4.40	4.40	4.80	4.40	4.40	4.43	0.20	เหมาะสมมาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.80	4.80	4.60	4.80	4.80	4.60	4.73	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.60	4.67	4.60	4.80	4.67	4.53	4.65	0.09	เหมาะสมมากที่สุด
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0.00	เหมาะสมมาก
5.2 เร้าความสนใจให้แก่ผู้เรียน	4.40	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.47	0.10	เหมาะสมมาก
5.3 เร้าความสนใจต่อผู้เรียน	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	0.00	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.40	4.47	4.40	4.40	4.40	4.47	4.42	0.04	เหมาะสมมาก
6. การวัดและประเมินผล									
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.40	4.20	4.20	4.40	4.40	4.20	4.30	0.11	เหมาะสมมาก
6.2 ใช้เครื่องมือได้เหมาะสม	4.40	4.20	4.20	4.40	4.40	4.20	4.30	0.11	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.40	4.20	4.20	4.40	4.40	4.20	4.30	0.11	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.40	4.40	4.46	4.49	4.48	4.45	4.45	0.04	เหมาะสมมาก

จากตารางสรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐานทั้งหมด 6 แผน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.44 หมายความว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบแบบจำลองเป็นฐานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ค.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้องIOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
17	1	-1	1	1	1	5	0.60	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 จากการคัดเลือกแบบวัดตัวแทนความคิดทั้งหมด 24 ข้อให้เหลือเพียง 18 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.3

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 18 ข้อ

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.73	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้

จาก การประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบวัดตัวแทนความคิดมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.30-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21-0.73 ในการคัดเลือกแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 24 ข้อ ให้เหลือเพียง 18 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.4

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 18 ข้อ

		N	%
Cases	Valid	40	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	40	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Cronbach's Alpha	N of Items
.827	18

ความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ โนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธี
สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดม โนมติทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .827



ภาคผนวก ง

คะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

คะแนนแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิบัติการเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)
1	34
2	33
3	22
4	22
5	15
6	27
7	29
8	26
9	24
10	31
11	33
12	15
13	29
14	33
15	33
16	18
17	34
18	30
19	33
20	33
21	34
22	33
23	36
24	34

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)
25	22
26	23
27	34
28	35
29	33
30	34
31	30
32	36
33	34
34	30
35	32
36	30
37	33
38	26
ค่าเฉลี่ย	29.55
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.68
ร้อยละ	82.09

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นายชนาศวรรย์ สมไพบูลย์
วัน เดือน ปี เกิด	4 เมษายน 2531
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 18 หมู่ 5 ตำบลอำแพง อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัด สมุทรสาคร รหัสไปรษณีย์ 74120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) อัญมณีและเครื่องประดับ มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2562	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก จ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ ศธ. ๐๕๔๐.๐๒/ว.๕๔๓๓๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๕๐๐๐

๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน นางสุจิตรา บุญประสงค์

ด้วย นายธนาศวรรย์ สมไพบุลย์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๒๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษานิเทศทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภูษิต บุญทองเถิง)

รองคณบดีรักษาราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๓๒๐๖
www.edurmu.org



ที่ ศธ. ๐๕๔๐.๐๒/ว.๕๔๓๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ สีสัม

ด้วย นายธนาศวรรย์ สมไพฑูลย์ รหัสประจำตัว ๒๐๘๐๑๐๕๐๐๑๒๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษานิเทศทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิบัติการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครูศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอร้องเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภูษิต บุญทองเถิง)

รองคณบดีรักษาการแทนคณบดีคณะครูศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครูศาสตร์
โทรศัพท์/โทรสาร.๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖
www.edurmu.org

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



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๓๘๙/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง.....ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือกรวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล เอกะกุล

ด้วย นายธนาศวรรย์ สมไพบุลย์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๒๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษานิเทศศาสตร์ เรื่องปฏิบัติการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภูษิต บุญทองเถิง)
รองคณบดีรักษาราชการแทนคณบดี

[Handwritten signature]



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๓๘๙/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง.....ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ด้วย นายนายธนาศรัยร์ สมไพบุลย์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๒๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษานิเทศศาสตร์ เรื่องปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบจำลองเป็นฐาน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภูษิต บุญทองเล็ง)

รองคณบดีรักษาราชการแทนคณบดี

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



สำเนา บ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ ศศ. ๓๘๙/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง.....ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรุณ ชุยกะเดื่อง

ด้วย นายธนาศวรรย์ สมไพบุลย์ รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๒๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษานิเทศทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภูษิต บุญทองเถิง)
รองคณบดีรักษาราชการแทนคณบดี

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



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ธนาศวรรย์ สมไพบูลย์, พรรณวิไล ดอกไม้, และปนัดดา แทนสุโพธิ์ (2562). การศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 4 “การวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”. (น.1769-1776). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชธานี.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY