การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

วิทยานิพนธ์

ของ

กมลภัทร พึ่งปาน

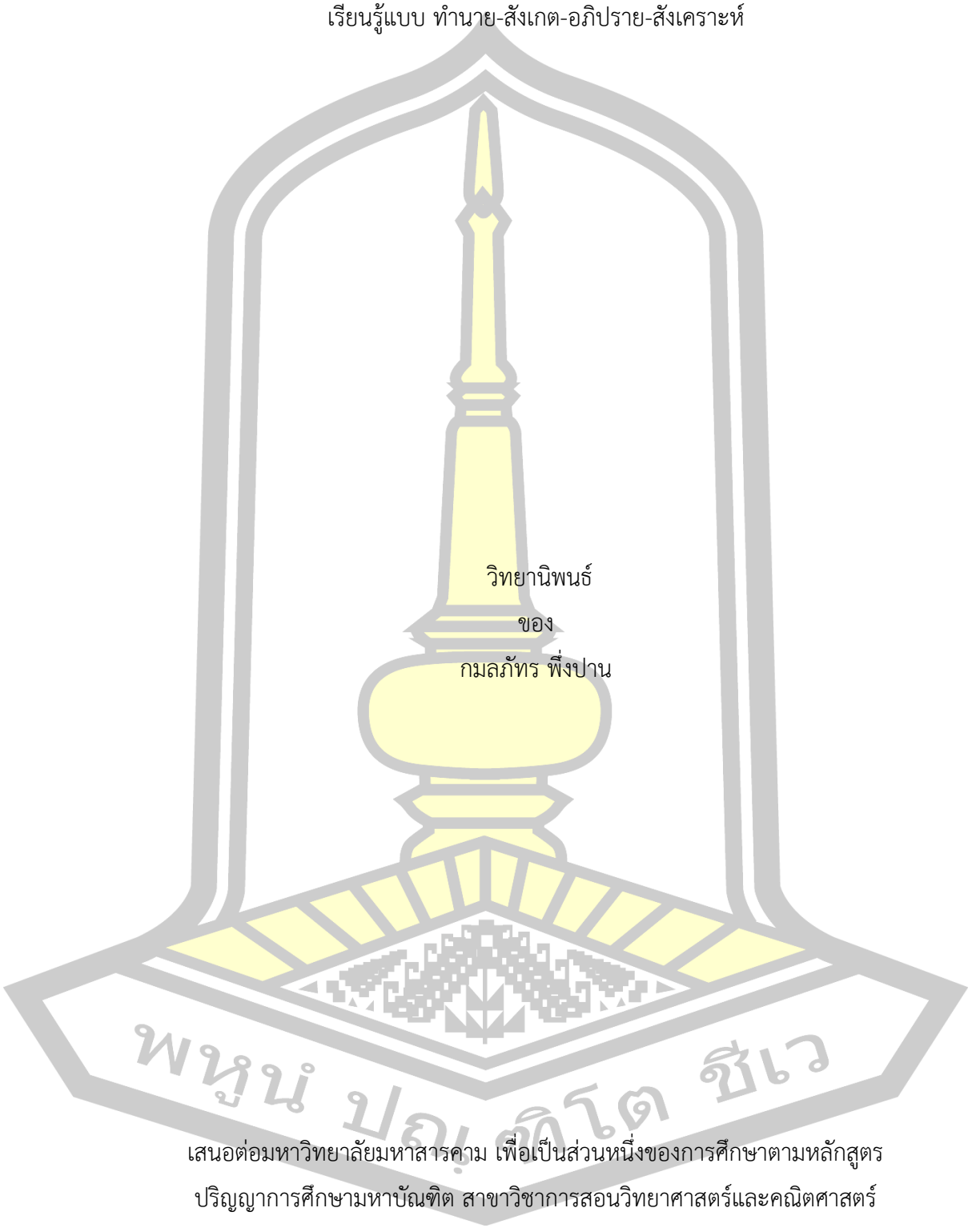
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์



วิทยานิพนธ์

ของ

กมลภัทร พึ่งปาน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

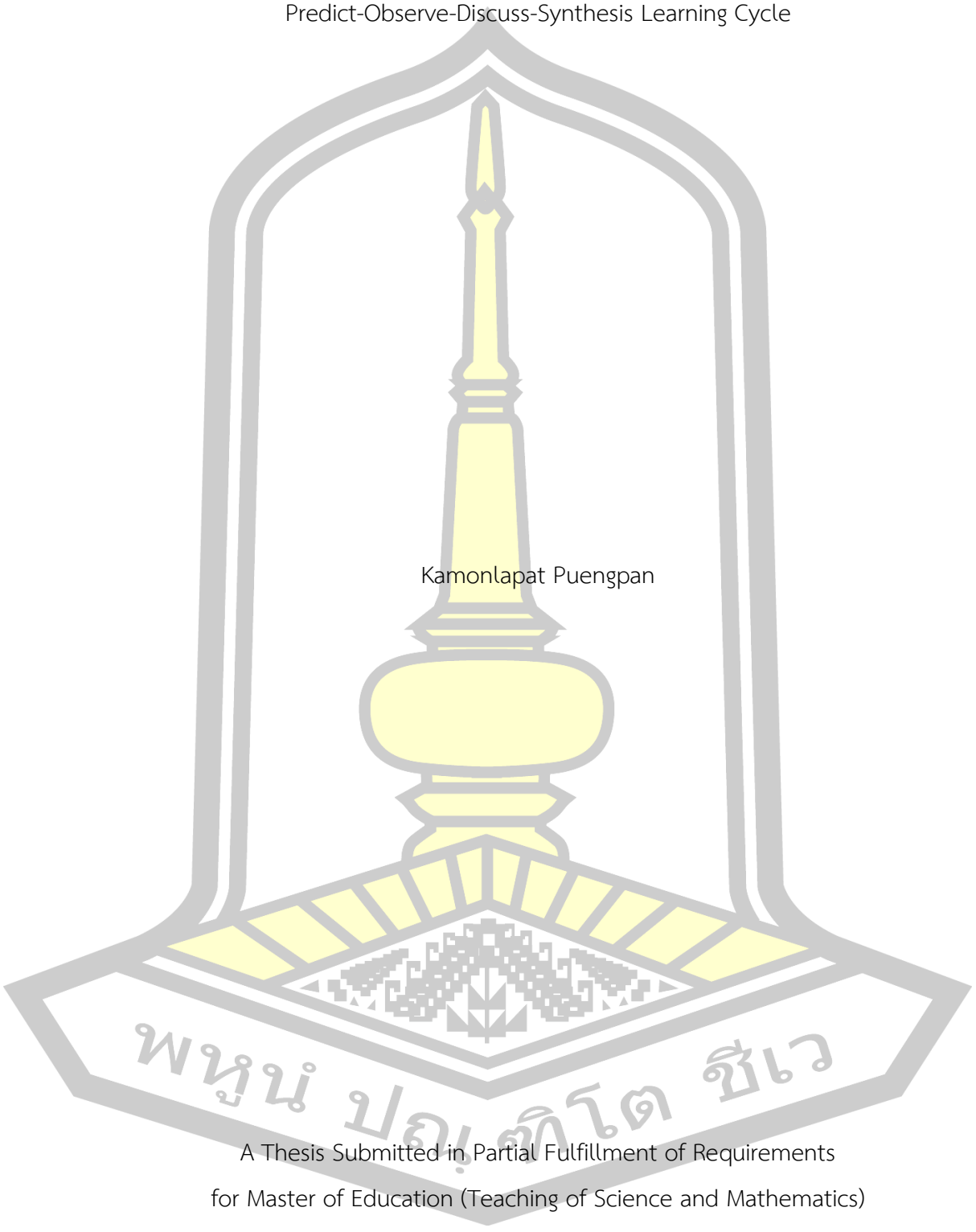
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Scientific Conceptual Understanding of Grade 11 student by Using Predict-Observe-Discuss-Synthesis Learning Cycle

Kamonlapat Puengpan



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

July 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายกมลภัทร พึ่งปาน แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ.ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อ.ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ.ดร. สมาน เอกพิมพ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺฑิโต ธีเว

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

ผู้วิจัย กมลภัทร พึ่งปาน

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ให้อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ หรือระดับความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 จำนวน 16 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดำเนินการจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ จำนวน 8 แผน 2) แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้ากระแสจำนวน 15 ข้อ และ 3) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือความเข้าใจที่สมบูรณ์ จำนวน 9 คนคิดเป็นร้อยละ 56.25 อีกทั้งพบว่ามีนักเรียนจำนวน 9 คนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณ์ ร้อยละ 70 วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือความเข้าใจที่สมบูรณ์ จำนวน 13 คนคิดเป็นร้อยละ 81.25 อีกทั้งพบว่ามีนักเรียนจำนวน 14 คนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณ์ ร้อยละ 70 วงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือความเข้าใจที่สมบูรณ์ จำนวน 15 คนคิดเป็นร้อยละ 93.75 อีกทั้งพบว่ามีนักเรียนจำนวน 15 คนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ททางการเรียนผ่านเกณ์ ร้อยละ 70

คำสำคัญ : ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์, วัฏจักรการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-

สังเคราะห์

TITLE Development of Scientific Conceptual Understanding of Grade 11 student by Using Predict-Observe-Discuss-Synthesis Learning Cycle

AUTHOR Kamonlapat Puengpan

ADVISORS Kanyarat Sonsupap , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Teaching of Science and Mathematics

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

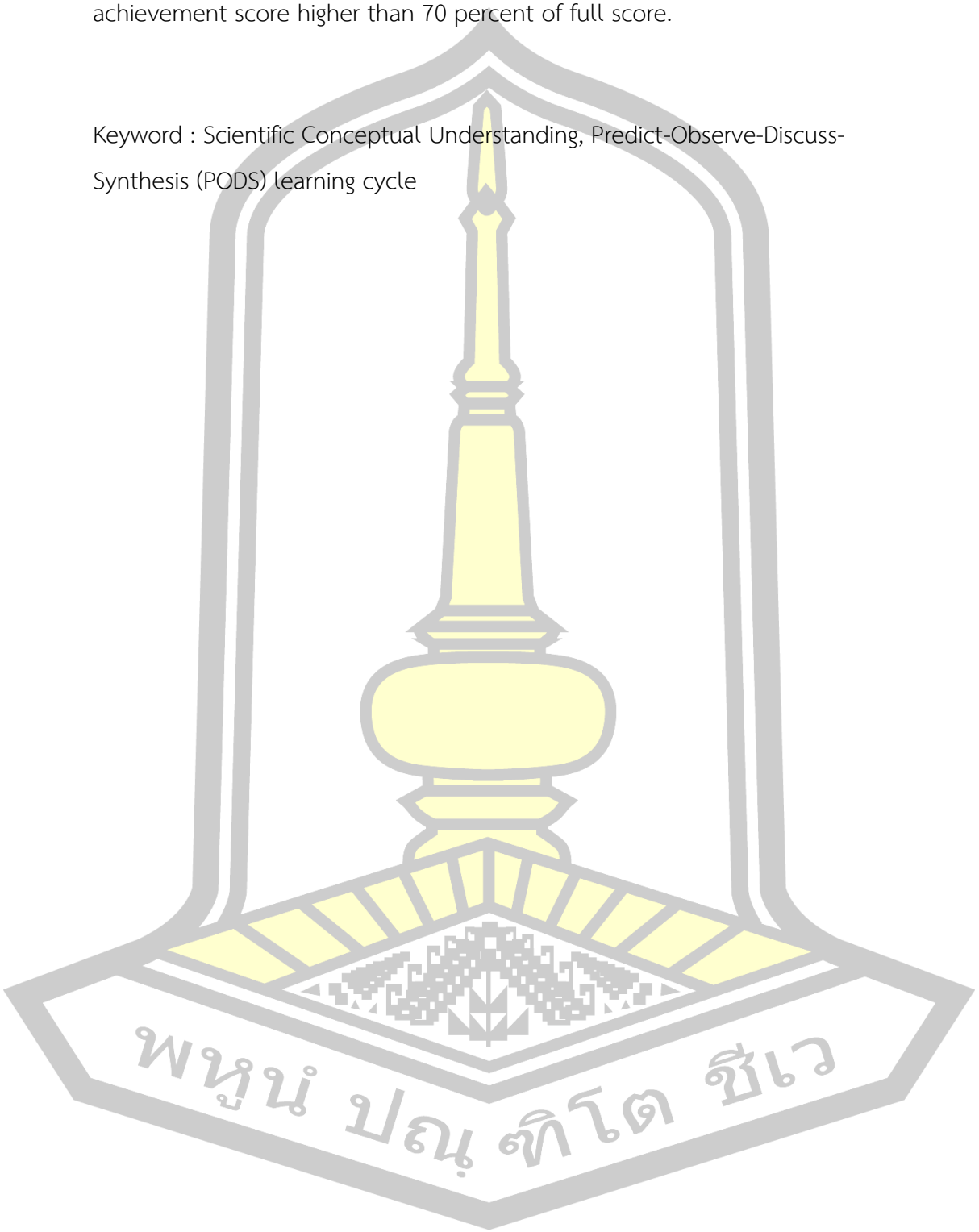
ABSTRACT

The purpose of this research aims to develop scientific conceptual understanding of Grade 11 students by Predict-Observe-Discuss-Synthesis learning cycle, with the intention to achieve complete understanding or partial understanding level and development the students' achievement in order to not lower than the criterion of 70 percent of full score. The target group was 16 students in mathayomsuksa 5/8 students Sarakhampittayakhom School, Thailand, studied in the second semester of academic year 2018. Action Research was used in this research which consist of 3 cycles. The research instruments were: 1. eight lesson plans with Predict-Observe-Discuss-Synthesis learning cycle 2. the multiple-choice test with rational explanation covering 15 questions on electricity 3. the semi-structured interview and 4. the learning achievement test which consist of 30 items with 4 multiple choice.

The research presented that in the first cycle, 9 students (56.25%) had scientific concepts understanding on partial understanding or complete understanding levels. Furthermore, 9 students got achievement score higher than 70 percent of full score.In the second cycle, 13 students (81.25%) had scientific concepts understanding on partial understanding or complete understanding levels. Moreover, 14 students got achievement score higher than 70 percent of full score. In the third cycle, 15 students (93.75%) had scientific concepts understanding on partial

understanding or complete understanding levels. Additionally, 15 students got achievement score higher than 70 percent of full score.

Keyword : Scientific Conceptual Understanding, Predict-Observe-Discuss-Synthesis (PODS) learning cycle



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สาเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รศ.ดร. ประสาท เนืองเฉลิม ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ.ดร.กัญญารัตน์ โคจร กรรมการสอบ และ ผศ. ดร.สมาน เอกพิมพ์ กรรมการสอบที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาข้อเสนอแนะ กำลังใจตลอดจนดูแลเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องส่วนต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในอนาคตต่อไป ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ผศ.ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ และนายอภิมุข พิลาแดง ที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัย และได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นายเกษม ไชยรัตน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลและขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนสารคามพิทยาคม ทุกท่านที่ให้กำลังใจส่งเสริมและช่วยให้ข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณครูศิรินทร์พร ชลารักษ์ และพี่น้องชาวสารคามพิทยาคมและเพื่อนๆทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุนช่วยเหลือตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงได้

จากวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

กมลภัทร พึ่งปาน

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 6

บริบทโรงเรียนสารคามพิทยาคม 12

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ 13

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 16

มโนมติ 19

วัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ 32

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 39

กลุ่มเป้าหมาย 39

ขั้นตอนดำเนินงาน 42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 46
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 47
การเก็บรวบรวมข้อมูล 71
การวิเคราะห์ข้อมูล 77
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 77
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79
ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ 79
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 105
ความมุ่งหมายของการวิจัย 105
สรุปผล 105
อภิปรายผล 106
ข้อเสนอแนะ 110
บรรณานุกรม 112
ภาคผนวก 117
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ 118
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร 125
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ 161
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน 164
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 167
ภาคผนวก ฉ การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 169
ภาคผนวก ช ตัวอย่างภาพในการวิจัย 186
ประวัติผู้เขียน 189

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ขั้นตอนวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ของ (Sokoloff, 2006) 34

ตารางที่ 2 ตารางแสดงระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 41

ตารางที่ 3 แสดงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์รายข้อของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 41

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....48

ตารางที่ 5 รายละเอียดการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส 56

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส 59

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงวงรอบปฏิบัติการที่ 1 66

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงวงรอบปฏิบัติการที่ 2 68

ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงวงรอบปฏิบัติการที่ 3 69

ตารางที่ 10 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 1 72

ตารางที่ 11 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 2 74

ตารางที่ 12 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 3 76

ตารางที่ 13 ตารางแสดงระดับความเข้าใจในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 80

ตารางที่ 14 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 81

ตารางที่ 15 แสดงแนวทางแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 86
ตารางที่ 16 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 88
ตารางที่ 17 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2 89
ตารางที่ 18 แสดงแนวทางแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 93
ตารางที่ 19 ตารางแสดงระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3 95
ตารางที่ 20 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3 95
ตารางที่ 21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 97
ตารางที่ 22 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 99
ตารางที่ 23 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 100
ตารางที่ 24 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ 102

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart 15

รูปที่ 2 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan & Brannick.....15

รูปที่ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ 46

รูปที่ 4 จำนวนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ 79

รูปที่ 5 จำนวนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ 88

รูปที่ 6 จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ 94

รูปที่ 7 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ 97

รูปที่ 8 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ 98

รูปที่ 9 จำนวนของนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ 100

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมในปัจจุบันวิทยาศาสตร์ถือได้ว่าเข้ามามีบทบาทสำคัญที่ส่งผลเกี่ยวเนื่องกับทุกคนในการใช้ชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยี เครื่องมือใช้และผลผลิตที่มนุษย์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวันและการทำงานสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลงานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่นๆ โดยวิทยาศาสตร์นั้นช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ทุกคนจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้มีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล มีคุณธรรม และมีความสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนปัจจุบันจึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติทดลองจริงเพื่อให้เข้าใจในหลักการและทฤษฎีมากขึ้น ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงอาศัยวิธีผสมผสานกันระหว่างทฤษฎีและการทดลองที่มากขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของประเทศนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาองค์ความรู้ของผู้เรียน ที่จะนำไปใช้ในพัฒนาวิธีคิดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ผู้เรียนได้พบเจอ และยังสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้โดยอนาคตการที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาองค์ความรู้ของตนเองได้นั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้และทักษะกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับทักษะกระบวนการสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วิชาฟิสิกส์เป็นอีกหนึ่งวิชาทางวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ยังมีลักษณะครูเป็นศูนย์กลางมุ่งเน้นผลสุดท้าย คือการจดจำสมการคณิตศาสตร์และการนำไปแก้โจทย์ปัญหาครูส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการสอนโดยเฉพาะทางด้านการคำนวณ โดยไม่มีการสอนความรู้ความเข้าใจสอดคล้องกับมโนมติในวิชาฟิสิกส์เรื่องนั้นๆ อย่าง

แท้จริงโดยข้ามขั้นตอนที่จะให้นักเรียนมีความซึมซาบมโนมติทางฟิสิกส์เรื่องนั้นๆ (นิคม ทองบุญ, 2542) ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการทางธรรมชาติ โดย ทีกัสท์ (Treagust. 1998 อ้างอิงใน วัฒนา อัคพราหมณ์. 2540: 3) กล่าวว่าความเข้าใจในมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการทางธรรมชาติจะส่งผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน โดยความคิดของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน อาจเป็นความคิดที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตรงกับแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์หรือนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้นั้นถูกจัดให้เรียกว่า “การเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อน” ซึ่งมโนมติที่คลาดเคลื่อนนี้ไม่จำเป็นจะต้องเป็นมโนมติที่เข้าใจยากอาจเป็นเนื้อหาง่ายๆ

วิชาฟิสิกส์เป็นเนื้อหาที่ถือได้ว่ามีความสำคัญหนึ่งในนั้นคือเรื่องไฟฟ้ากระแส บทเรียนดังกล่าวเป็นบทเรียนที่บรรจุอยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในเรื่องไฟฟ้ากระแสถือได้ว่านักเรียนมีคุ้นเคยในการชีวิตประจำวันอยู่แล้ว ในบทเรียนจะเป็นการศึกษาถึงปรากฏการณ์และกฎต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแส อีกทั้งเป็นการนำความรู้ในเรื่องไฟฟ้ากระแสทำการสร้างอุปกรณ์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ทำให้เกิดความสะดวกสบายแก่มนุษย์มากยิ่งขึ้นและถือได้ว่าเรื่องไฟฟ้ากระแสเป็นเรื่องที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศอีกด้วย ดังนั้นการศึกษาเรื่องไฟฟ้ากระแสจึงถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง ปัญหาหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พบในทุกระดับชั้นปรากฏว่าผู้เรียนยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องไฟฟ้ากระแสซึ่งเป็นเนื้อหาสำคัญที่บรรจุไว้ในหลักสูตรว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้มโนมติเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสเพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าและลักษณะการประยุกต์ในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความรู้เดิมที่เป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อน แต่เมื่อได้รับความรู้จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องตามทฤษฎี พบว่าผู้เรียนมีการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในปีการศึกษา 2561 และจากการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง และใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นในเรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยเป็นเครื่องมือวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วยกับนักเรียนที่โรงเรียนสารคามพิทยาคม ในปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่จัดการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่ามีนักเรียนในห้องไม่สามารถตอบคำถามและอธิบายหลักการในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสได้ โดยมีนักเรียนจำนวน 16 คนที่มีความเข้าใจในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับคลาดเคลื่อนในทุกมโนมติที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาไฟฟ้ากระแส

ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนที่เพิ่มมากขึ้น โดยในปัจจุบันมีวิธีการสอนที่

หลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อจะนำมาใช้แก้ปัญหา พบว่าวิธีการจัดกิจกรรมการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติเพิ่มมากขึ้น

การสอน ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยเป็นวัฏจักรการเรียนที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมผ่านการสาธิต (Interactive Demonstration learning: IDL) ของ Sokoloff และ Thornton, R. K ที่เป็นผู้คิดค้นในปี 1991 และต่อมา (Sokoloff, 2006) ได้นิยามรูปแบบการเรียนรู้แบบ PODS โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมผ่านการสาธิตรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นทำนาย (Prediction : P) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนาย 2. ขั้นสังเกต (Observe : O) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนสังเกตจากการสาธิต การทดลอง 3. ขั้นอภิปราย (Discussion : D) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการแลกเปลี่ยนความคิดและอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มโดยในขั้นนี้นักเรียนจะได้ทำการปรับจากมโนมติที่คลาดของตนเองไปสู่มโนมติที่ถูกต้อง 4. ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis : S) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้

จากงานวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยคาดว่าการจัดกิจกรรมด้วยวัฏจักร ทำนาย-อภิปราย-สังเกต-สังเคราะห์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่จะช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม มีการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสเพิ่มมากขึ้นและยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ให้อยู่ในระดับ Complete Understanding (CU) หรือ Partial Understanding (PU)

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง

จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 16 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระได้แก่ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2561

4. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย ได้แก่ ภาคเรียนที่ 2/2561

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยที่ความเข้าใจที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากประสบการณ์สิ่งเร้าที่ได้รับ การสังเกตหรือเรียนรู้มาโดยอาศัยเหตุผลข้อเท็จจริง มีหลักการ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป และมารวมเข้าด้วยกันประมวลเป็นความคิดรวบยอด และมีความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ความเข้าใจ โดยเกณฑ์การประเมินระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จะประกอบไปด้วย 5 ระดับตาม Westbrook and Marek (1991: 670) ดังต่อไปนี้

1.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด

1.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

1.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

1.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

1.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม โดยสามารถวัดระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เป็นแบบทดสอบปรนัย 4

ตัวเลือก โดยมีการให้เหตุผลประกอบ และนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จะต้องมีคะแนนอยู่ในระดับ CU หรือ PU ในทุกมโนมติ

4. วัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ PODS หรือที่เรียกว่าพีโอดีเอส โดยเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

4.1 ขั้นทำนาย (Prediction) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนายหรือคาดเดาปรากฏการณ์หรือการทดลองตามความ เข้าใจเดิมของนักเรียนเพื่อดึงเอาโครงสร้างองค์ความรู้ที่มีออกมาใช้ในการทำนาย

4.2 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนสังเกตจากการสาธิต การทดลอง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสิ่งที่ตนเองได้ทำนายไว้เพื่อทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาทางความคิด

4.3 ขั้นอภิปราย (Discussion) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการแลกเปลี่ยนความคิดและอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มและในชั้นเรียนจากผลที่ทำนายไว้ และโดยครูจะเข้ามามีส่วนร่วมในการนำการอภิปรายเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกับนักเรียนให้เกิดการขยายหรือปรับเปลี่ยนมโนมติทางวิทยาศาสตร์

4.4 ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นและครูเสนอสถานการณ์อื่น ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการอภิปรายในบริบทอื่นๆ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนอันเป็นผลจากการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิจัยในครั้งนี้ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ แบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการๆ ละ 30 ข้อ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. บริบทโรงเรียนสารคามพิทยาคม
3.การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. มโนมติทางวิทยาศาสตร์
6. วัฏจักรการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ระบุว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีสาระความ สำคัญดังนี้

1. ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากและเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและ

เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนาความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม วิทยาศาสตร์นอกจากนามาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แล้วยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจสามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข

2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการสังเกตการสืบเสาะหาความรู้สำรวจตรวจสอบ และการศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบของมนุษย์เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่จะใช้เป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงานและการพัฒนางานด้านเทคโนโลยี ที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้ในการสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

3. เป้าหมายและวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นภายใต้กรอบแนวคิด เรื่อง การพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้แก่

3.1 หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิด และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระบบท้องถิ่นและระดับประเทศมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

3.2 หลักสูตรต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สาหรับศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.3 ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและคิดค้นสร้างองค์ความรู้

3.4 ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นโดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในโรงเรียน

3.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

3.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่สุดที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

3.7 การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดความสงสัย เกิดคาถามใหม่ๆ มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถามสามารถ ตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อคาถามคาตอบข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจาก การเรียนรู้ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการ เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น

3. ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหามีการร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริงก็จะเข้าใจเล็งเห็นถึงความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบายทำนายคาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มีความมุ่งมั่น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ ความเข้าใจ ความถนัดแตกต่างกัน

4. การจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อเข้าใจซาบซึ้งและ เล็งเห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโลก สิ่งแวดล้อม ตลอดจนเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้และสื่อสาร ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมดแบบองค์รวม สร้างความรู้เป็นของตนเองเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์จินตนาการและศาสตร์อื่นๆ ร่วมด้วย สามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถนาความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

5. คุณภาพของผู้เรียน การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลในการสังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัว ตั้งคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษาได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูงมีการวางแผนและลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบกระบวนการที่หลากหลายจากแหล่งเรียนรู้ที่สากล และท้องถิ่นคิดและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่องค์ความรู้ แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ แล้วสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

หรือองค์ความรู้และเกิดการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

คุณภาพของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี

5.1 เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

5.2 เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรง และการเคลื่อนที่ พลังงาน

5.3 เข้าใจโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรทางธรณี ดาราศาสตร์ และอวกาศ

5.4 ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและจากเครือข่าย อินเตอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

5.5 เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และ ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือสร้างชิ้นงาน

5.6 มีเจตคติที่ดีหรือจิตวิทยาศาสตร์

5.7 มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

6. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

6.1 สาระในองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6.2 มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทางานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนาความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมี คุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนาความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการ สำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากข้างต้นสรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ถือเป็น ต้นแบบหรือแนวทางในการที่ครูผู้สอนจะสามารถนำเนื้อหาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสามารถออกแบบได้หลากหลายตามแนวความคิดผู้สอนเพียงแต่ใช้หลักสูตรแกนกลางเป็นกรอบในการดำเนินการสอน

บริบทโรงเรียนสารคามพิทยาคม

โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 1 กระทรวงศึกษาธิการ เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบสหศึกษา ตั้งอยู่ที่ถนนนครสวรรค์ เทศบาลเมืองมหาสารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000

1. วิสัยทัศน์โรงเรียนสารคามพิทยาคม โรงเรียนสารคามพิทยาคมมุ่งมั่นจัดการศึกษาและพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพเป็นพล
โลกบนพื้นฐานความเป็นไทย ด้วยระบบการบริหารจัดการที่มีคุณภาพมาตรฐานสากล

2. พันธกิจโรงเรียน

2.1 พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและการเรียนรู้ที่ได้มาตรฐานสากลบนพื้นฐานความเป็นไทยปลูกฝังคุณธรรมความเป็นไทยปลูกฝังคุณธรรมความสานึกในความเป็นชาติไทยและวิถีชีวิตตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2.2 ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความเป็นเลิศทางวิชาการสื่อสารสองภาษาล้ำหน้าทางความคิดผลิตงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก

2.3 พัฒนาระบบการบริหารจัดการให้มีคุณภาพมาตรฐานสากล

2.4 ส่งเสริมการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารจัดการและการเรียนรู้

2.5 สร้างเครือข่ายร่วมพัฒนาทั้งในประเทศและนานาประเทศ

3. ปัญหาทั่วไปที่พบ

3.1 นักเรียนส่วนใหญ่เดินเรียนในแต่ละวิชา ทำให้เวลาในการเรียนการสอนลดลงจากการเดินเรียนหรือจากการเปลี่ยนคาบ ทำให้นักเรียนบางคนมีโอกาสในการไม่เข้าเรียน

3.2 ในการเรียนการสอนบางวันถูกจัดให้สอนในคาบสุดท้ายก่อนชั่วโมงกิจกรรมสันทนาการที่ต้องใช้เสียง ทำให้เกิดการรบกวนจากเสียงจากชั่วโมงดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนไม่ตั้งใจเรียนในรายวิชาเท่าที่ควร

3.3 นักเรียนบางคนขาดระเบียบวินัย สังเกตจากการไม่เข้าแถว เข้าเรียนช้า หลบเรียน และนำอาหารเมากินในห้องเรียนแล้วไม่เก็บไปทิ้ง

3.4 อุปกรณ์ในห้องเรียนไม่พร้อมใช้งาน เช่น จำนวนโต๊ะ เก้าอี ไม่เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องขยายเสียง เครื่องฉายภาพ อุปกรณ์การทดลองมีความชำรุดทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้เต็มที่

4. ปัญหาเกี่ยวกับการสอน

4.1 นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้ โดยนักเรียนยังมีความเข้าใจทางด้านทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่คลาดเคลื่อนอยู่

4.2 นักเรียนไม่สามารถอธิบายหลักการทางวิชาฟิสิกส์ในหัวข้อต่างๆ โดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีมาร่วมในการอธิบายได้

4.3 นักเรียนไม่สนใจในวิชาฟิสิกส์

4.4 นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่นักเรียนตอบได้

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

(Kemmis and McTaggart, 1988) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ รูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่นๆ ในเชิงเทคนิคแต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนา ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น Johnson (2012: 28) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน

(Inoue, 2015) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการทำงาน (Professional Practice) ให้ดีขึ้นผ่านกระบวนการที่เป็นวงรอบหลายวงรอบด้วยการทำวิจัยและการสะท้อนผล

(ประสาท เนืองเฉลิม, 2556) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู ซึ่งต้องใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบ ในการแสวงหาคำตอบในสถานการณ์หรือบริบทของชั้นเรียน

จากความหมายที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ไว้ สามารถสรุปเป็นความหมายของการทำวิจัย เชิงปฏิบัติการได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนในชั้นเรียน อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาการสอนของครูในบริบทต่าง ๆ ของโรงเรียน ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1.2 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

(Inoue, 2015) ลักษณะสำคัญของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Actions Matter) คือ การได้ลงมือทำเพราะว่าการลงมือทำจะสามารถรู้สิ่งที่เกิดขึ้นในบริบทนั้นได้ดีกว่าการศึกษาผ่านตำรา หนึ่งในแนวคิดที่ สำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวข้องการลงมือทำของผู้วิจัยด้วยตนเองผ่านบริบทนั้นๆ ซึ่งจะ เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ที่ผู้วิจัยทำเพื่อปรับปรุงการทำงานทางการศึกษาของผู้วิจัยเอง

(ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) กล่าวถึง ลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา (Action Research in Education) ดังต่อไปนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration) ใช้การทางานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัยทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎี การปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบายการวิจัย

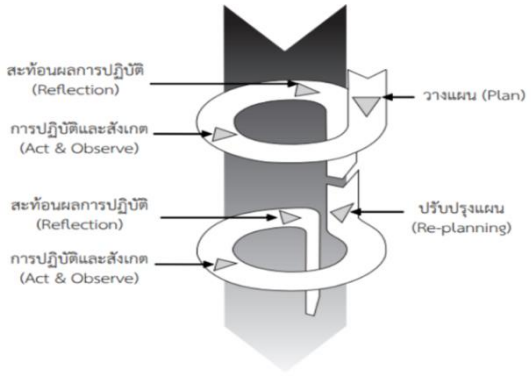
2. เน้นการปฏิบัติการ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) กิจกรรมการวิเคราะห์การปฏิบัติอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ

4. ใช้วงจรการปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ตามแนวคิดของ Kimmis and McTaggart คือ การวางแผน (Planning) ตลอดจนการปรับปรุงผล (Re-Planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานที่เป็นที่พึงพอใจ และได้เสนอเชิงทฤษฎีเพื่อเผยแพร่ต่อไป

1.3 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

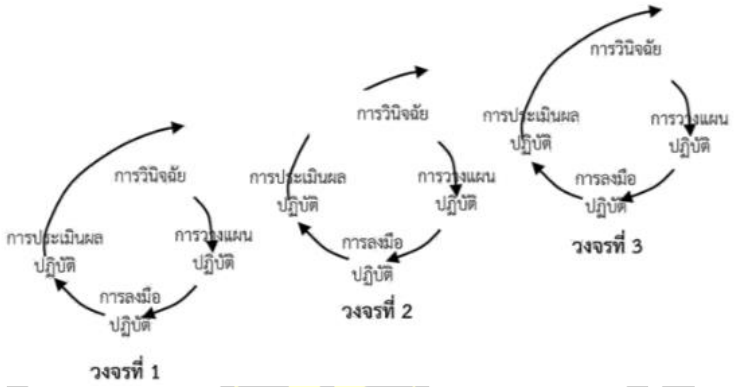
(Kemmis and McTaggart, 1988) กล่าวว่ากระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติ การประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลักคือ 1. การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (Planning) 2. ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action) 3. สังเกตการณ์ (Observation) และ 4. สะท้อนกลับ (Reflection) กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (Re-Planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ ดังภาพที่ 1



รูปที่ 1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart

ที่มา: (Kemmis and McTaggart, 1988)

(Coghlan and Brannick, 2001) กล่าวว่า ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการและมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนได้แก่ 1) การวินิจฉัย (Diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (Planning) 3) การลงมือปฏิบัติการ (Taking Action) 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (Evaluation Action) ซึ่งกระบวนการวิจัยเป็นไปตามภาพที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan & Brannick

ที่มา: (Coghlan and Brannick, 2001)

จากขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่กล่าวมาในข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนได้ ดังนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนสำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดวิธีการ และวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติ (Action) ให้ค้นคว้าคำตอบหรือพัฒนานวัตกรรมและการแก้ไขหรือเปลี่ยน แปลสภาพการปฏิบัติการที่เป็นปัญหา

2. การลงมือทำ (Acting) เป็นขั้นตอนสำหรับการปฏิบัติการจากแผนที่กำหนดไว้

3. การประเมินผล (Assessment) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียน

4. การสะท้อนผล (Reflect) เป็นขั้นตอนการนำข้อค้นพบที่ได้ย้อนกลับไปสู่การปรับปรุง และพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

(ประสาท เนืองเฉลิม, 2556) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการดังนี้

1. การสำรวจสภาพการปฏิบัติงาน (Reconnaissance) เป็นขั้นตอนของการสำรวจสภาพการปฏิบัติงานของครูว่ามีปัญหาอะไรบ้าง แล้ววิเคราะห์ว่าปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุจากอะไรและจะสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขสภาพการปฏิบัติงานส่วนใดบ้าง

2. การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนสาหรับการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดวิธีการและวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติ (Action) ให้ค้นคว้าคำตอบหรือพัฒนานวัตกรรมและการแก้ไขหรือ เปลี่ยนแปลงสภาพการปฏิบัติการที่เป็นปัญหา

3. การลงมือปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติการตามแผนที่กำหนดไว้

4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) หลังจากที่มีการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาตามแผนจนปรากฏผลแล้ว นักวิจัยต้องมีการสะท้อนผลการปฏิบัติว่ามีสิ่งใดที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาไปบ้าง เพื่อสรุปผลและวางแผนปรับปรุงใหม่หรือแก้ปัญหาใหม่ต่อไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(เพ็ญศรี กานุมาร, 2548) สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ความสามารถหรือความสำเร็จของบุคล อันเป็นผลจากการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งวัดได้จากเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

(ปราณี กองจินดา, 2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและ ประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

(สิริสรณ์ สิทธิรินทร์, 2554) สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จทางการเรียนของบุคคลที่วัดได้จากกระบวนการทดสอบหรือกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัย การทดสอบด้วยวิธีการอย่างหลากหลาย เช่น การตรวจ ผลงานของผู้เรียน การสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

(สุวิชา วันสุดล, 2554) ได้สรุปไว้ว่า ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียน ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถวัดได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย การตีความรวมไปถึงการขยายความจากความรู้ที่ได้เรียนมาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมา และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยพบ หรือต่างจากที่เคยเรียนมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถคิด หรือแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละคน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียน อันเป็นผลจากการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีผู้ได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (เพ็ญศรี กานุมาร. 2548: 45; อ้างอิง มาจากล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2531) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนไปแล้วมักเขียนเป็นคำถามให้ นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินศอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้ได้ 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ในห้องเรียนว่ามีความรู้แค่ไหนบกพร่องส่วนไหนจะได้ซ่อมเสริมหรือเป็นการวัดความพร้อมของนักเรียนที่จะเรียนใหม่ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาหรือครูผู้สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการสอนเรื่องใดๆ ก็ได้แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบ และยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย ทั้งนี้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐานวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกันเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้ว จะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามได้ ซึ่งการจัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่างๆ ดังนี้

1. วัดด้านความรู้ความจำ
2. วัดด้านความเข้าใจ
3. วัดด้านการนำไปใช้
4. วัดด้านการคิดวิเคราะห์
5. วัดด้านการสังเคราะห์
6. วัดด้านการประเมินค่า

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งวัดทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย การตีความ รวมไปถึงการขยายความจากความรู้ที่ได้เรียนมาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาและวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยพบ หรือต่างจากที่เคยเรียนมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ผู้เรียนสามารถคิด หรือ แยกแยะเรื่องราวสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละคน

มโนมติ

2.1 ความหมายของมโนมติ

คำว่า มโนมติ สามารถเรียกได้หลายคำเช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ สังกัป มโนภาพ คอนเซป โดยที่เป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน

(Hurd, 1970) กล่าวว่า แนวคิด มโนมติ สังกัปหรือความคิดรวบยอดเป็นประเภทหนึ่งของการเรียนรู้ (Knowledge) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของข้อเท็จจริง (Fact) ที่มีความหมาย โดยในแต่ละแนวคิดจะมีลักษณะสำคัญที่ทำให้แนวคิดนั้นแตกต่างจากแนวคิดอื่น ๆ

(กรรณิการ์ แจงหมื่นไวย, 2534) กล่าวว่ามโนมติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกตหรือประสบการณ์เดิมแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเพื่ออธิบายคุณลักษณะของเรื่องนั้นหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

(อำนาจ เจริญศิลป์, 2537) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึงความคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นผลสรุปที่ได้จากลักษณะเด่นๆ หลายๆประการที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น

(ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2550) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเพื่อให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น

(ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง แนวคิดคือกลุ่มของความคิดที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างบุคคลในสังคม โดยอาศัยความเข้าใจที่ตรงกันของคนในสังคมนั้น

จากความหมายของมโนมติ สรุปได้ว่า ความคิดหรือความเข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกตผ่านประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะบางประการ ร่วมกันอยู่ทำให้เกิดการจัดระบบความคิดใหม่ แล้วสร้างเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้น

2.2 ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

(Klopfer, 1971) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงสิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามโนมตินั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

(ธีระชัย ปูรณโชติ, 2536) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น

(พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา, 2537) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือ ได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ จนเรียนรู้และสรุปเป็นความเข้าใจเรื่องนั้น ๆ ของแต่ละบุคคล มโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อเนื่องกันระหว่างมโนมติหนึ่งๆ ซึ่งอาจเกิดมโนมติหลายๆ มโนมติที่นำมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล โนมติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ผู้ศึกษาจะเข้าใจตรงกันและช่วยให้เข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจน

(ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละคนอาจจะมีมโนมติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้นๆ

(ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2550) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเรื่องใดในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปซึ่งนักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

(ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากกระบวนการที่มนุษย์แปลความหมายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยมีการอธิบายอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตหรือทฤษฎีที่ตนเองยึดถืออยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาเมื่อมีการสังเกตและอธิบายใหม่ที่ให้ข้อมูลหรือเหตุผลได้มากกว่า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นถือเป็นสิ่งปกติที่เกิดขึ้นในสังคมของนักวิทยาศาสตร์เพราะธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Nature of scientific knowledge) ย่อมสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอหากมีข้อมูลหรือหลักฐานที่สมเหตุสมผลมากกว่าเดิม

(เกียรติมณี บำรุงไร่, 2553) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากข้อเท็จจริงหลักการและสถานการณ์ต่างๆ และนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปและสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

จากความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยที่ความเข้าใจที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากประสบการณ์สิ่งเร้าที่ได้รับ การสังเกตหรือเรียนรู้มา โดย

อาศัยเหตุผลข้อเท็จจริง มีหลักการ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป แล้วมารวมเข้าด้วยกันประมวลเป็นความคิดรวบยอดแล้วตรงกับแนวคิดความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

2.3 ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

(Westbrook and Marek, 1991) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจมโนมติ หมายถึง ระดับความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ของซึ่งจัดการให้คะแนนเป็น 5 กลุ่ม ตามลำดับความเข้าใจ ดังนี้

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0คะแนน

5. ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

(Mungsing, 1993) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจมโนมติหมายถึงความคิดหรือความเข้าใจของนักเรียนในมโนมติโดยใช้เกณฑ์จากงานวิจัยของและได้แบ่งความเข้าใจมโนมติของนักเรียน 5 ระดับ ได้แก่

1. ความเข้าใจมโนมติระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

2. ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3. ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0คะแนน

5. ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

จากความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าคือ ความคิด ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยที่ความเข้าใจที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากประสบการณ์สิ่งเร้าที่ได้รับ การสังเกตหรือเรียนรู้มาโดยอาศัยเหตุผลข้อเท็จจริง มีหลักการ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป และมารวมเข้าด้วยกันประมวลเป็นความคิดรวบยอด และมีความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ได้ยึดระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ตามหลักการของ Westbrook and Marek เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่มีความละเอียดในการแบ่งระดับความเข้าใจของผู้เรียน โดยจะประกอบไปด้วย 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

2. ความเข้าใจที่สมบูรณ์แต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5. ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.4 ประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

(ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) ได้แบ่งมโนมติทางวิทยาศาสตร์ออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification Concepts) เป็นมโนมติที่เป็นคำอธิบาย คำชี้แจงที่บอกถึงคุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ เช่น สสารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สสารคือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนมติทางทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนมติที่อธิบายถึงคุณลักษณะหรือปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานที่สนับสนุนให้เกิดความเข้าใจในสิ่งเหล่านั้นอย่างมีเหตุผล เช่น การดูดซึมแอลกอฮอล์จะเกิดขึ้นในกระเพาะอาหาร อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน

3. มโนมติที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ (Correlation Concept) เป็นมโนมติที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล สามารถนำไปใช้ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้เช่น ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ก่อนฝนตกอากาศจะร้อนอบอ้าว

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ได้แบ่งประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Conjunctive Concept คือ เหตุผล หรือความหมายในหลายๆ ทาง แต่มีทางร่วมกันได้เข้าใจความหมายในจุดเดียวกันมีจุดรวมอันเดียวกัน เช่น ถ้าพูดถึงบุคคลๆ หนึ่งคนเราอาจจะนึกถึงบุคคลผู้นั้นได้หลายทาง เช่น รายได้ ความเป็นอยู่ ลักษณะเฉพาะตัว หรืออาชีพตำแหน่งหน้าที่เป็นต้น

2. Disconjunctive Concept คือ เหตุผลหรือความหมายที่มีตัวเลือกหลายๆ ทางไม่ร่วมกันแต่ขึ้นอยู่กับสภาวการณ์ เช่น คำว่า “ขัน” ซึ่งมีความหมายหลายๆทางคือ ขันน้ำไก่ขัน ขบขัน ขันให้แน่น

3. Rational Concept คือ เหตุผลหรือความหมายที่มีความสัมพันธ์ในด้านเหตุผล เช่นเศรษฐกิจตกต่ำ ค่าของเงินลดลง ราคาสินค้าแพงขึ้น

(ชุติมา รอดสุด, 2550) ได้แบ่งประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติเชิงทฤษฎี คือ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงแต่ศึกษาจากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้

2. มโนมติเชิงบรรยาย คือ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตด้วยประสาทสัมผัสและเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญเกิดเป็นมโนมติเกี่ยวกับสิ่งนั้น

3. มโนมติเชิงความสัมพันธ์ คือ มโนมติที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติย่อยๆ หรือความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

จากความหมายของประเภทมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติเชิงทฤษฎี ซึ่งเป็นมโนทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเรียนรู้ได้จากทฤษฎีและหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอขึ้นเพื่อใช้ในการอธิบายคุณลักษณะหรือปรากฏการที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง

2. มโนมติเชิงบรรยาย เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ประสาทสัมผัสและการสังเกตในการเชื่อมโยงกับหลักการเพื่อให้เกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านั้น

3. มโนติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งสามารถนำไปใช้ทำนายเหตุการณ์ต่างๆ ได้

2.5 การวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

1. แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

(วัฒนา อัครพราหมณ์, 2540) ใช้แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เป็นข้อสอบแบบเติมประโยคสั้นๆ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ โดยมีคำตอบให้เลือกตอบแล้วอธิบายเหตุผล จำนวน 30 ข้อ ดังตัวอย่าง

เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับหลอดไฟธรรมดาไม่ติดทั้งบ้าน นักเรียนจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดเป็นสิ่งแรก เพราะเหตุใด

ตอบ □ ฟิวส์ □ สายไฟ □ หลอดไฟ

เพราะว่า

.....

.....

.....

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท), 2546) กล่าวว่า แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาให้มีความเหมาะสมในแต่ละมโนมติที่ศึกษา ซึ่งจะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น แบบทดสอบแต่ละข้อจะมีคำถาม 2 คำถาม ซึ่งคำถามที่ 2 มีความต่อเนื่องจากคำถามที่ 1 โดยให้บอกเหตุผลของคำถามที่ 1 ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 ให้บอกเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 โดยเลือกเหตุผลจากตัวเลือกที่กำหนดให้ และลักษณะที่ 2 ให้เหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 โดยเขียนอธิบายเหตุผล

(ชุติมา รอดสุด, 2550) สรุปว่า แนวทางการวัดมโนมติได้ ดังนี้

1. ใช้แบบวัดมโนมติแบบอัตนัย

2. ใช้แบบวัดมโนมติแบบปรนัยตอนเดียว (One-tier multiple choice format) โดยกำหนดสถานการณ์ (Distracter) ให้เพื่อนำไปสู่ข้อคำถาม

3. ใช้แบบวัดมโนมติแบบสองตอน

3.1 แบบมโนมติแบบปรนัย 2 ตอน (Two-tier multiple-choice format) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) และตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง

3.2 แบบมโนมติแบบ 2 ตอน โดยตอนที่หนึ่งเป็นแบบปรนัยของข้อคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) และตอนที่สองเป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง

4. ใช้วิธีสอบปากเปล่า (Oral test) Odum and Kelly (2000) ได้เสนอลำดับขั้นในการพัฒนาแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และสรุปได้ ดังนี้

1. ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบวัดมโนมติแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

2. สร้างแบบวัดมโนมติแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (Two-tier multiple-choice format) คือ

2.1 ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัว

2.2 ตอนที่ 2 เป็นส่วนที่เกี่ยวกับเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.2.1 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ 3 เหตุผลแรกสร้างขึ้นจากการศึกษามโมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบเหตุผลที่ 4 มีลักษณะเป็นปลายเปิด

3. นำแบบวัดมโนมติไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

(สุวิทย์ มูลคำ, 2551) กล่าวว่า การวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังจากผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงมโนมติจำเป็นต้องตรวจสอบความคิดเชิงมโนมติหรือความคิดรวบยอดของผู้เรียน โดยสามารถสรุปความสามารถของผู้เรียนที่เกิดความคิดรวบยอดแล้วได้ ดังนี้

1. บอกระบุเรียกชื่อความคิดรวบยอดนั้นได้

2. คัดเลือกจำแนกแยกแยะยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้นได้

3. บอกลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของความคิดรวบยอดนั้นได้

4. บอกลำดับขั้นของความคิดรวบยอดนั้นได้ (ลำดับขั้นที่สูงกว่า ลำดับขั้นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และลำ ดับขั้นที่ต่ำกว่า)

5. อธิบาย สรุปความหมายคำจำกัดความของความคิดรวบยอดนั้นจากความรู้ความเข้าใจของตน ด้วยภาษาคำพูดของตนเองได้

(ชนาธิป พรกุล, 2554) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้มโนมติมีหลายระดับตั้งแต่ระดับที่มีความซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมากโดยแบ่งระดับการวัดผลออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุลักษณะสำคัญและไม่ใช่ลักษณะสำคัญ

2. ความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

3. ความสามารถในการระบุกฎของมโนมติ

4. ความสามารถในการใช้มโนมติในสถานการณ์อื่น

(สมเจตน์ อุระศิลป์, 2553) ได้ใช้แบบทดสอบวัดมโนมติแบบปรนัย ชนิดตัวเลือก 2 ลำดับ (2-tier multiple choice conceptual test) เรื่องพันธะเคมี จำนวน 30 ข้อ โดยในหนึ่งข้อประกอบด้วยตัวเลือก 2 ส่วน ได้แก่ คำถามชนิด 4 ตัวเลือก และเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 1

จากการวัดความเข้ามโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ในการวัดความเข้ามโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบมโนมติแบบ 2 ตอน ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่ 1 การวัดความเข้ามโนมติทางวิทยาศาสตร์ แบบใช้คำถามปรนัย 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 การให้เหตุผลในการเลือกคำตอบแบบปรนัยในข้อนั้นโดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้การวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดมโนมติชนิด 2 ตอน ส่วนที่ 1 การวัดความเข้ามโนมติทางวิทยาศาสตร์ แบบใช้คำถามปรนัย 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 การให้เหตุผลในการเลือกคำตอบแบบปรนัยในข้อนั้นโดยสามารถแยกระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างละเอียด

ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ข้อ (0) ถ้านักเรียนหลอดไฟฟ้าเหมือนกันจำนวน 4 หลอด นักเรียนจะต่อหลอดไฟฟ้าในวงจรอย่างไร เพื่อให้ได้ความสว่างมากที่สุด

ก. แบบอนุกรม ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม ง. ต่อแบบใดก็มีความสว่างมากที่สุด

เพราะ

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนโดยยึดตามหลักของ Westbrook and Marek (1991: 670)

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5. ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2. แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน

(นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2548) ใช้แบบสัมภาษณ์ผู้เรียนประเภทไม่กำหนดโครงสร้างของการสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึก จากการบันทึกภาพและบันทึกเสียงขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ในประเด็นเพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

(ทวีพันธุ์ บุญชิ, 2554) ใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured or Interview) เพื่อใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติเรื่อง อาหารและสารอาหาร (บริบทด้านการเรียนการสอนและความสนใจในเนื้อหา) ว่ามีผลการเปลี่ยนแปลงมโนมติเรื่องอาหารและสารอาหารของนักเรียนอย่างไรโดยผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลหลังจากเรียนจบเนื้อหานี้

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

(วัฒนา อัครพราหมณ์, 2540) ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมแบบไม่มีส่วนร่วม (Non-participant Observation) ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองโดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับ “การสอนเพื่อให้เกิดมโนมติที่ถูกต้อง” ของ DeCecco, et al. (1980) เพื่อจดบันทึกพฤติกรรมโดยละเอียด ซึ่งจะกำหนดหัวหน้าที่จะบันทึกให้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะนำไปใช้ ในการสังเกตพฤติกรรมมีการบันทึกเทปด้วย

จากแนวทางการวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่าการวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนประกอบด้วยเครื่องมือหลายชนิดไม่ว่าจะเป็นแบบวัดมโนมติแบบ 2 ตอน แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งแบบวัดเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ใช้เพื่อทำการมุ่งเน้นวัดแนวความคิดความเข้าใจของผู้เรียน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบวัดมโมติแบบ 2 ตอนและแบบสัมภาษณ์ผู้เรียนในการวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2.6 การปรับเปลี่ยนมโนมติ (Conceptual change)

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้คำว่า “Conceptual Change” หมายถึง การปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยได้มีผู้ให้ความหมายของมโนมติที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

(Hewson, 1983) กล่าวว่า ความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกิดจากการที่นักเรียนเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ของตนเอง ซึ่งบุคคลต่างๆ จะใช้ความรู้ที่ตนมีอยู่ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าแต่ละคนจะมีมโนมติที่แตกต่างกันเมื่อเขาแสดง การรับรู้มโนมติในเรื่องเดียวกันออกมา

(Lawson and Thompson, 1988) กล่าวว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อนหมายถึง ความรู้ที่ได้จากการมีประสบการณ์ด้วยตนเองและไม่สอดคล้องกับ ทฤษฎีหรือความรู้เชิงวิทยาศาสตร์และโดยมากจะเป็นแนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่ฝังแน่นยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ซึ่งนักเรียนจะเป็นกรอบความคิดในการแปลความหมายของเหตุการณ์ทางธรรมชาติ

(พิชา ชัยจันดี, 2552) ได้ให้ความหมายของมโนมติที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า คือ ความคิดหรือความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์หรือเบี่ยงเบนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน โดยสร้างขึ้นจากความเชื่อ ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเหล่านั้น อันเกิดจากการสังเกตและประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ๆช้าลง หรือไม่เกิดผลเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นก่อน ระหว่างเรียนหรือหลังจากที่ได้ศึกษาเล่าเรียนไปแล้ว

(สุวดี แสนคาภูมี, 2544) ให้ความหมายมโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมประกอบในการสร้างความรู้นั้น แต่ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นไม่เป็นที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ในขณะนั้นต้องได้รับการแก้ไขให้ถูกต้อง

จากความหมายของมโมติที่คลาดเคลื่อนดังที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยเกิดจากพื้นฐานความรู้ ความเชื่อ การสังเกตและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลที่คลาดเคลื่อนไปจากความถูกต้อง

2.7 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

(Posner, 1982) เป็นนักวิทยาศาสตร์ศึกษากลุ่มแรกๆ ที่เสนอรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนมติ (Conceptual change model) โดยได้รับอิทธิพลจากแนวคิดของ Piaget เกี่ยวกับกระบวนการ ปรับโครงสร้างซึ่งเป็นกระบวนการแทนมโนมติเดิมด้วยมโนมติใหม่ กระบวนการนี้จะต้องอยู่ ภายใต้เงื่อนไข 4 เงื่อนไข คือ

1. ความไม่พึงพอใจในความรู้เดิม คือ การเปลี่ยนแปลงมโนมติที่จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนเล็งเห็นแล้วว่าความรู้เดิมไม่มีประโยชน์ นั่นคือไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่ต้องการได้

2. ความเข้าใจในความรู้ใหม่คือการเปลี่ยนแปลงมโนมติที่จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติใหม่

3. ความเป็นไปได้ของความรู้ใหม่ คือ การเปลี่ยนแปลงมโนมติที่จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางที่ใช้มโนมติจะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางที่จะมาใช้มโน มติใหม่ไปช่วยแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่ต้องการ

4. ประโยชน์ของความรู้ใหม่ คือ การเปลี่ยนแปลงมโนมติที่จะเกิดขึ้นได้เมื่อมโนมติใหม่สามารถช่วยแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่มโนมติเดิมของนักเรียนไม่สามารถ แก้ไขหรืออธิบายได้

(Pintrich, 1999) กล่าวถึงความเชื่อในแรงจูงใจกับการส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ โดยกาหนดให้การศึกษาเกี่ยวกับความเชื่อแรงจูงใจไว้ 5 ประเภท ได้แก่

1. เป้าหมายการเรียนรู้เป็นความตั้งใจ (Intention) และวัตถุประสงค์ของผู้เรียนในการเรียนรู้ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ ตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็น หรือมุ่งหวังให้ได้ผลรางวัล คะแนนหรือคำชมเชย

2. ความเชื่อเรื่องที่มาของความรู้ เป็นความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้และการเรียนรู้

3. ความสนใจและความเชื่อในคุณค่า ระดับความสนใจและการให้คุณค่าในสิ่งต่างๆ จะเกี่ยวข้องกับระดับความรู้เรื่องนั้นๆ

4. การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นความเชื่อว่าตนเองมีความสามารถอย่างไร เป็นสิ่งที่เกิดจากประสบการณ์ที่เคยทำอะไรสำเร็จหรือเก็บเกี่ยวประสบการณ์ผู้อื่นไว้

5. ความเชื่อถือเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมตนเองเป็นความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถในการแสดงพฤติกรรมในสภาพการณ์นั้นได้และสามารถควบคุมให้เกิดผลดังตั้งใจ เขาก็จะมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมนั้น

(วรรณจรีย์ มังสิงห์, 2537) กล่าวว่า สถานการณ์ 4 อย่างที่จำเป็นสาหรับเปลี่ยนมโนมติทางวิทยาศาสตร์ คือ

1. ผู้เรียนจะต้องเกิดความไม่พอใจมโนมติที่มีอยู่ (Dissatisfaction) บุคคลจะต้องเผชิญกับปัญหาหรือเหตุการณ์แปลกๆ ซึ่งหาข้อสรุปไม่ได้และคลายความเชื่อถือต่อมโนมติที่ตนมีอยู่ในแง่ความสามารถในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

2. มโนมติใหม่จะต้องเป็นที่เข้าใจง่ายและชัดเจน (Intelligible) บุคคลจะต้องมองเห็นได้ว่า มโนมติใหม่ก่อให้เกิดประสบการณ์เพียงพอสาหรับแสวงหาความเป็นไปได้ต่างๆ อย่างไร

3. มโนมติใหม่จะต้องฟังดูน่าเชื่อถือ (Plausible) อย่างน้อยมโนมติใหม่จะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้มโนมติใหม่ยังจะต้องสอดคล้องกับความรู้สาขาอื่น เช่นแนวความคิดใหม่ในวิชาดาราศาสตร์จะไม่เป็นที่ยอมรับถ้ามันไม่สอดคล้องกับ ความรู้สึกทางฟิสิกส์ในปัจจุบัน

4. มโนมติใหม่จะต้องมีประโยชน์สาหรับการใช้บริบทอื่น (Fruitful) มโนมติ ดังกล่าวจะต้องมีศักยภาพในการขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่นๆ

(เสงี่ยม ช่างเกวียน, 2541) ได้กล่าวสรุปวิธีการออกแบบศูนย์สาธิตเพื่อใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนมโนมติในโรงเรียนประถมได้อย่างน่าสนใจ โดยมีวิธีการต่อไปนี้

1. เน้นการสอนเพื่อเกิดความขัดแย้งจากโครงสร้างทางสติปัญญาที่นักเรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติแล้วนาไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีทางการวิทยาศาสตร์ที่ ถูกต้อง

2. บทเรียนที่ใช้สอนจะต้องสัมพันธ์กับมโนมติที่เรียนได้มีมา

3. ใช้การสอนเพื่อให้นักเรียนแสดงมโนมติตามที่นักเรียนรับรู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยให้เขาอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏ

4. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดสอบการทำนายของเขาค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้งแล้วเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยให้แนวทางตามหลักวิทยาศาสตร์อย่างง่าย อุปกรณ์ และกิจกรรมเป็นอย่างง่ายๆ โดยพิจารณาตามเหตุผลที่พบปัญหาได้จากตัวนักเรียนแต่ละคน

5. นักเรียนแสดงความคิดเห็นของเขาในด้านต่างๆ เช่นโดยการเขียน การพูด การวาดรูป การเขียนกราฟ จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากความคิดเห็น นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเหตุผลกับครูคนอื่นๆ เพื่อให้ยอบรับข้อโต้แย้งอื่นๆ

6. ครูช่วยนักเรียนสรุปให้ประสบการณ์ลักษณะเด่นและให้แนวคิดเกี่ยวกับมโนมติที่คลาดเคลื่อนและเขาได้เสนอตัวปัญหาทั่วๆ ไปที่พบในการนาการสอนการเปลี่ยมโนมติทางวิทยาศาสตร์

7. ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าในเนื้อหาบทเรียนเป็นอย่างดีและเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนในตัวนักเรียน

8. ครูต้องทราบว่านักเรียนคนใดมีมโนมติคลาดเคลื่อนในเรื่องใด และครูต้องให้นักเรียนเกิดสถานการณ์ความขัดแย้งขึ้น ซึ่งครูมีความจำเป็นจะต้องนากระบวนการนี้มาใช้โดยไม่สามารถจะคำดการณ์ได้บ่อยๆ เป็นสิ่งที่ครูจะต้องตัดสินใจรวดเร็วจำเป็นที่ครูต้องมีความพร้อมทั้งด้านเนื้อหา เข้าใจความคิดของเด็ก เข้าใจโครงสร้างของบทเรียนและเข้าใจพฤติกรรมทางสังคมในห้องเรียน โดยสรุปแล้วทั้งสองแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติ ทั้งจากการสร้างความขัดแย้งทางปัญญา โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติและข้อสรุปของความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวบุคคลที่มีต่อมโนมติหนึ่งๆ และยังรวมถึงการเลือกใช้มโนมติให้เหมาะกับบริบทและปัจจัยเกี่ยวกับบริบทด้านสังคม บรรยากาศในห้องเรียน นั้นสามารถที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนมติได้

2.8 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนมติ (Conceptual Change Approach) นอกจากการมุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงที่ตัวความรู้หรือทางด้านพุทธิพิสัยแล้วนั้น นักการศึกษายังได้ให้ความ สนใจเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ ดังนี้

Pintirch et al. (1993 อ้างถึง ทวีพันธุ์ บุญชิ, 2554) ที่ว่าการเปลี่ยนแปลงมโนมติในยุคแรกๆ สนใจเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของตัวความรู้ หรือด้านพุทธพิสัย แต่จริงๆ แล้วการ

เปลี่ยนแปลงมโนมติจะเกิดขึ้นได้ย่อมมาจากปัจจัยทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจต่างๆ เช่น ความสนใจความเชื่อ รวมถึงผลของความเชื่อทางสังคม กลุ่มเพื่อน หรือบรรยากาศในชั้นเรียน

(Duit, 1991) ได้นำเสนอประเด็นในด้านของจิตพิสัย และปัจจัยทางสังคมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติ โดยเสนอว่า การเปลี่ยนแปลงมโนมติไม่ได้ เกิดขึ้นเฉพาะในหัวของคนใดคนหนึ่งโดยปราศจากความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลง แต่เกี่ยวข้องกับ ความเชื่อที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลง รวมถึงการได้รับอิทธิพลจากสังคมด้วย

(Vosniadou, 2003) ได้เสนอว่า ในทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนมติที่เป็นที่สนใจในปัจจุบัน มีตัวแปรที่สนใจ คือ ตัวแปรที่เกี่ยวกับด้านจิตพิสัย และด้านสังคมต่อมาได้มีผู้นำเสนอปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ โดยกล่าวว่า“การเปลี่ยนแปลงมโนมติก็เปรียบเสมือนการแข่งขันกันของมโนมติ 2 มโนมติ ซึ่งก็คือมโนมติเดิมกับมโนมติใหม่” (Hewson and Hewson, 1992 อ้างถึงใน ทวีพันธุ์ บุญชิ, 2554) ซึ่งเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของ Status ของ มโนมติทั้ง 2 ประเภท ซึ่ง Status นี้ หมายถึง ระดับการยอมรับที่นักเรียนมีให้แก่มโนมติแต่ละ ประเภท นั่นคือ หากมโนมติใดที่เป็นไปตามเงื่อนไขของความเข้าใจในความรู้ใหม่ (Intelligibility) ความเป็นไปได้ของความรู้ใหม่ (Plausibility) และประโยชน์ของความรู้ใหม่ (Fruitfulness) แสดง ว่ามโนมตินั้นมี Status ที่สูงขึ้นหรือได้รับการยอมรับ ดังนั้นสิ่งสำคัญของการเลี่ยนแปลงมโนมติ คือ ความไม่พึงพอใจของความรู้เดิม (Dissatisfaction) นั่นคือเมื่อใดที่นักเรียนลด Status ของมโนมติเดิม และเพิ่ม Status ให้มโนมติใหม่แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงมโนมติเกิดขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงมโนมติในตัวของบุคคลต้องอาศัยความพร้อมของผู้เรียน ทั้งด้านความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงมโนมติและปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในพัฒนามโนมติของนักเรียน

วัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ถือเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบ Active learning โดยเป็นวัฏจักการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมผ่านการสาธิต (Interactive Demonstration learning: IDL) ของ Sokoloff และ Thornton, R. K ที่เป็นผู้คิดค้นในปี 1991 และต่อมา (Sokoloff, 2006) ได้นิยามวัฏจักรแบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมผ่านการสาธิต โดยนิยามวัฏจักร แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ถือได้ว่าเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ที่เปิดโอกาศให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เป็นของตนเอง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเป็นผู้อภิปรายและอธิบายสิ่งที่ได้จากการทำนายจากความรู้เดิมที่มี แล้วทำการทดลองหรือสังเกตเพื่อ

อภิปรายและอธิบาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสร้างความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียนและยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการสังเคราะห์ความรู้จากสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ โดยเป็นการเสริมสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนอีกด้วย

3.1 ขั้นตอนวัฏจักรการเรียน ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

(Sokoloff, 2006) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งใช้พัฒนามโนมติของผู้เรียนในสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ และทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Prediction) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนายหรือคาดเดาปรากฏการณ์หรือการทดลองตามความ เข้าใจเดิมของนักเรียนเพื่อดึงเอาโครงสร้างองค์ความรู้ที่มีออกมาใช้ในการทำนาย

2. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนสังเกตจากการสาธิต การทดลอง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสิ่งที่ตนเองได้ทำนายไว้เพื่อทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาทางความคิด

3. ขั้นอภิปราย (Discussion) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการแลกเปลี่ยนความคิดและอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มและในชั้นเรียนจากผลที่ทำนายไว้ และโดยครูจะเข้ามามีส่วนร่วมในการนำการอภิปรายเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกับนักเรียนให้เกิดการขยายหรือปรับเปลี่ยนมโนมติทางวิทยาศาสตร์

4. ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นและครูเสนอสถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการอภิปรายบริบทอื่นๆ

(Mazzolini S Daniel & T Edwards, 2012) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ไว้ ดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Prediction) ครูผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนในชั้นเรียนทำการทำนายถึงผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นและทำการอภิปรายในกลุ่มย่อยของตนเองถึงผลการทดลอง จากนั้นครูนำผลการทำนายของนักเรียนในชั้นที่คล้ายกันเขียนบนกระดาน

2. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำการทดลองและให้สังเกตถึงผลการทดลองที่เกิดขึ้น

3. ขั้นอภิปราย (Discussion) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการอภิปรายภายในกลุ่มถึงผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับความแตกต่างของผลของการทำนายและการทดลอง เพื่อพิจารณาความเหมือนหรือความต่างกัน

4. ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis) ครูให้นักเรียนในชั้นเรียนสังเคราะห์ความรู้ของตนเองจากการทำกิจกรรมที่ผ่านมา

(Dimitrova, 2018) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ไว้ ดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Prediction) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทำการอธิบายถึงการสาธิต การทดลอง ถึงกิจกรรมที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นครูให้นักเรียนได้ร่วมกันทำนายในกลุ่มย่อยของตนเองถึงผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นและทำการบันทึกลงในใบงาน หรือใบกิจกรรม

2. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทำการสาธิตการทดลอง หรือให้นักเรียนในชั้นเรียนทำการทดลอง โดยให้นักเรียนได้สังเกตของผลที่เกิดขึ้นจากการสาธิตหรือจากการทดลอง

3. ขั้นอภิปราย (Discussion) เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มถึงผลการทดลองที่เกิดขึ้นเหมือนหรือขัดแย้งกับสิ่งที่กลุ่มของตนเองทำนายไว้หรือไม่ โดยครูจะค่อยเป็นผู้ให้คำแนะนำ ชี้แนะถึงหลักการที่ถูกต้องเมื่อเกิดความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนของแต่ละกลุ่ม

4. ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สังเคราะห์ความรู้ที่ตนเองได้เรียนรู้มาจากการทดลองหรือกิจกรรมการเรียนรู้และครูเสนอสถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการอภิปรายในบริบทอื่นๆ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ของ (Sokoloff, 2006) ในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากผู้วิจัยเล็งเห็นว่าเป็นขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นสามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ขั้นตอนวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ของ (Sokoloff, 2006)

วัฏจักการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
ขั้นทำนาย (Prediction)	- ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำนายถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง สาธิต - ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อทำนายกันภายในกลุ่มย่อย	- ระดมสมองและร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกันในการทำนายผลที่จะเกิดขึ้น - บันทึกลการทำนายสุดท้ายลงในใบงาน ใบกิจกรรม

ขั้นสังเกต (Observe)	- ครูผู้สอนทำการสาธิต หรือให้นักเรียนทำการทดลองภายในกลุ่มย่อย เพื่อสังเกตผลที่เกิดขึ้น	- ร่วมกันสังเกตผ่านการทดลอง การสาธิต และร่วมกันบันทึกผลที่เกิดขึ้นจากการสังเกต
ขั้นอภิปราย (Discussion)	- ครูคอยเดินให้คำแนะนำ ชี้แนะ ถามคำถามให้ผู้เรียนคิดละเอียด หากมีความเข้าใจที่ผิดพลาด ครูผู้สอนค่อยชี้แนะเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง	- ร่วมกันอิปรายถึงผลการสังเกตจากการทดลอง ถึงความเหมือนหรือขัดแย้งกันอย่างไร และหาคำตอบให้เหตุผลประกอบสิ่งที่เกิดขึ้น
ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis)	- แลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็น - เสนอสถานการณ์อื่นเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายในบริบทอื่นที่ใกล้เคียงกัน	- สังเคราะห์ความรู้ของของตนเองออกมาหลังจากการทำกิจกรรมการเรียน - ใช้ความรู้ที่ได้ในการอธิบายถึงบริบทอื่นๆ

3.2 ประโยชน์ของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

(Mazzolini S Daniel & T Edwards, 2012) กล่าวว่า วัฏจักการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์สามารถที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการขัดแย้งทางปัญญา (cognitive disequilibrium) โดยเป็นการแสดงให้นักเรียนเห็นถึงสิ่งที่นักเรียนเชื่อถือยึดมั่นและสิ่งที่นักเรียนได้สังเกตผ่านการทดลอง หรือสังเกตจากการสาธิต โดยการขัดแย้งทางปัญญานี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของตนเองและเปลี่ยนแปลงเป็นความเข้าใจมี่ถูกต้องได้

(Dimitrova, 2018) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ สรุปได้ ดังนี้

1. การที่ผู้เรียนทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผลจะทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียน เป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง

2. การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึกเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การอภิปรายโดยที่นักเรียนหาข้อสรุปจากการที่ได้ทำนายไว้และจากการสังเกตโดยทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และวิจารณ์กับสมาชิกภายในกลุ่มทำให้เกิดการปรึกษาหารือกับสมาชิกภายในกลุ่มซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจในมโนมติมากขึ้น

4. การอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไรและเรียนรู้อะไรเพิ่มจากการทำกิจกรรมบ้างอีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องอีกด้วย

จากที่ที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าวัฏจักรการเรียนรู้ด้วย ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ถือเป็นวัฏจักการเรียนรู้ที่จะสามรถพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องมาจากการที่จะทำให้นักเรียนเกิดการขัดแย้งทางปัญญาขึ้นและทำการพัฒนาจากมโนมติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนมติที่ถูกต้องได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

(กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์, 2555) ศึกษาถึงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย โรงเรียนแท่นวิทยา เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 จำนวน 45 คน พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 13.00 แต่เมื่อหลังจากการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 34.82

(รัชภาคย์ ชัยทารี, 2554) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักศึกษาปริญญาตรีจำนวน 151 คน ในการเปลี่ยนแปลงมโนมติเรื่อง แสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ซึ่งพบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักศึกษาสามารถปรับเปลี่ยนมโนมติจากระดับที่คลาดเคลื่อนให้สามารถอยู่ในระดับที่เข้าใจในระดับปานกลางได้

(ยศธร บรรเทิง, 2556) ศึกษาถึงการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก จำนวน 37 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ย 4.08 หลังจากการจัดการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์นักเรียนมีความเข้าในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ยเป็น 15.76 โดยวัดจากแบบทดสอบมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องของไหลสถิต ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 เรื่อง ย่อย คือ ความหนาแน่น ความดัน และแรงลอยตัว

(เมธิน อินทรประสิทธิ์, 2559) ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษสังกัด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ซึ่งศึกษาในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียนโดยวิธีการสอนแบบ ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบวัดความเข้าใจมโนมติเคมี จำนวน 3 ชุด โดยมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.75 0.74 และ 0.71 ตามลำดับและแบบสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมี มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที่ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยหลังจากการจัดการเรียนการสอน พบว่าผลการวิจัยของกลวิธีการสอนแบบ ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย ในวิชาเคมี พบว่าช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจมโนติและผลสัมฤทธิ์การเรียนรูเคมีสูงขึ้นโดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเรียนด้วยกลวิธีการสอน ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย มีคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์เคมีหลังเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.00 ของคะแนนเต็ม เมื่อเทียบกับเกณฑ์ความสามารถอยู่ในระดับดีและมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

(พัธวุฒิ ลังกาพินธ์, 2559) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ที่มีต่อมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โรงเรียนบ้านแม่ลาย อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 29 คน โดยเครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบพี่โอดีเอส จำนวน 8 แผนระยะเวลา 12 ชั่วโมง และแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 12 ข้อ พบว่าคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อน เรียน คือ จากร้อยละ 40.14 เป็นร้อยละ 64.28 ซึ่งถือว่าความเข้าใจของนักเรียนถูกต้องเพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาในกลุ่มมโนมติย่อยคะแนนมโนมติหลังเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกมโนมติย่อย

2. งานวิจัยต่างประเทศ

(Huseyin, K. and Sabri, 2007) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติที่คลาดเคลื่อน ด้วยการจัดการเรียนการสอน เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทำการวัดความมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบความเข้าใจมโนมติด้วยคำถามปลายเปิด 8 คำถามและใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนมติที่คลาดเคลื่อนมีเปอร์เซ็นของมโนมติเรื่องวงจรไฟฟ้าคลาดเคลื่อนน้อยลง

(Isil, A. and Ahmetl, 2011) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบอุปมาอุปไมยและการเอาชนะความเข้าใจผิด เรื่อง กระแสไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่าการสอนโดยการอุปมาอุปไมยเป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในการเอาชนะมโนมติที่ผิดเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลงมโนมติและเพิ่มระดับความสำเร็จของนักเรียนมากกว่าการเรียนการสอนธรรมดา

(Zar, 2012) ได้ทำการพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งประเทศที่ประเทศสาธารณรัฐแห่งสหภาพพม่า จำนวน 50 คน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษา 2) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อปรับเปลี่ยนมโนมติของนักศึกษาให้ถูกต้อง และจากการศึกษาพบว่าหลังจากที่นักศึกษาได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบพีโอดีเอสมีการปรับเปลี่ยนมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น

(Mazzolini S Daniel & T Edwards, 2012) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษา โดยเป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างการสอนแบบปกติ กับการสอนด้วยการใช้รูปแบบพีโอดีเอส ซึ่งพบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบพีโอดีเอสมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติในทุกมโนมติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศผู้วิจัยพบว่า มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ทำการปรับเปลี่ยนโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายวิธีที่เหมาะสม หนึ่งในนั้นคือ การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ซึ่งในประเทศไทยการยึดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ยังมีไม่มาก และถือได้ว่าเป็นหัวข้อวิจัยที่มีความน่าสนใจในการศึกษา อีกทั้งผู้วิจัยเชื่อมั่นว่าการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์จะสามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์และเชื่อมั่นว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาอื่นๆ ได้

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำวิจัยในรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ขั้นตอนดำเนินงาน
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวนนักเรียน 16 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการเลือกกลุ่มเป้าหมายโดยสำรวจความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ด้วยแบบวัดความเข้าใจมโนมติแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลประกอบ โดยในแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 8 มโนมติในเนื้อหาไฟฟ้ากระแสประกอบไปด้วย กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน ความต่างศักย์ พลังงานไฟฟ้า ตัวต้านทาน เครื่องวัดไฟฟ้า และการคำนวณหาพลังงานเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตัวอย่างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

1. กระแสไฟฟ้า คืออะไร มีหน่วยเป็นอะไร และมีการไหลอย่างไรในวงจรไฟฟ้า

ตอบ.....

.....

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดล

1. กระแสไฟฟ้า คืออะไรมีหน่วยเป็นอะไร และมีการไหลอย่างไรในวงจรไฟฟ้า

แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้า คือการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา อาจจะเป็นประจุลบหรือประจุบวกเป็นกระแสต่อเนื่อง ไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ หน่วยของกระแสไฟฟ้าคือ แอมแปร์ (A) โดยจะไหลจากขั้วไฟฟ้าบวกไปยังขั้วไฟฟ้าลบ หรือที่มีพลังงานสูงไปยังขั้วที่มีพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า หรือ จากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ได้ 4 คะแนน โดยให้คำตอบครบทุกองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้ถูกต้อง ดังนี้

1.1 กระแสไฟฟ้า คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลาอาจจะเป็นประจุลบหรือประจุบวกเป็นกระแส่อเนื่อง

1.2 หน่วยของกระแสไฟฟ้าคือ แอมแปร์ (A)

1.3 กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วไฟฟ้าบวกไปยังขั้วไฟฟ้าลบ หรือที่มีขั้วพลังงานสูงไปยังขั้วที่มีพลังงานต่ำกว่า หรือจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ

2. ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ได้ 3 คะแนน โดยให้องค์คำตอบครบองค์สำคัญเพียง 2 องค์ประกอบได้ถูกต้อง

3. ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ได้ 2 คะแนน โดยให้คำตอบครบองค์สำคัญเพียง 1 องค์ประกอบที่ถูกต้อง แต่องค์ประกอบอื่นตอบได้คลาดเคลื่อน

4. ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) ได้ 1 คะแนน โดยคำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดและไม่อธิบายเหตุผล

5. ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) ได้ 0 คะแนน โดยคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือไม่ตอบคำถามนั้น

จากผลการศึกษาโดยใช้แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/8 จำนวน 51 คน พบว่านักเรียนจำนวน 35 คนสามารถทำแบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าระดับ CU และ PU ในเรื่อง ไฟฟ้ากระแส แต่ในทางตรงกันข้ามพบว่า นักเรียนจำนวน 16 คน ไม่มีคำตอบในระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) หรือความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ในเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงเลยดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8

จำนวนนักเรียน (คน)	CU (คน)	PU (คน)	PS (คน)	AC (คน)	NU (คน)
51	14	21	9	5	2

จากตารางที่ 2 พบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ ความเข้าใจสมบูรณ์ (CU) หรือ ความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) อยู่ 16 คน และเมื่อพิจารณานักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 16 คนเป็นรายข้อทั้ง 8 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ย่อยในเรื่องไฟฟ้ากระแสสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์รายข้อของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

มโนมติ	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (คน)				
		CU	PU	PS	AC	NU
		จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)
มโนมติที่ 1	1	0	0	10	4	2
	2	0	0	6	5	5
	3	0	0	4	7	5
มโนมติที่ 2	4	0	0	7	9	0
มโนมติที่ 3	5	0	0	5	10	1
	6	0	0	4	10	2
มโนมติที่ 4	7	0	0	7	7	2
	8	0	0	5	9	2
มโนมติที่ 5	9	0	0	2	10	4
มโนมติที่ 6	10	0	0	6	7	3
มโนมติที่ 7	11	0	0	6	6	4
	12	0	0	8	6	2

ตาราง 3 (ต่อ)

มโนมติ	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (คน)				
		CU	PU	PS	AC	NU
		จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)	จำนวน (คน)
มโนมติที่ 8	13	0	0	10	5	1
	14	0	0	4	10	2
	15	0	0	8	5	3

หมายเหตุ มโนมติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนมติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนมติที่ 3 สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า มโนมติที่ 4 คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ มโนมติที่ 5 คือพลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนมติที่ 6 คือ การต่อตัวต้านทาน มโนมติที่ 7 คือ เครื่องวัดไฟฟ้า มโนมติที่ 8 คือ การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

จากการใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้ากระแสและจากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายไม่เข้าใจในเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้ากระแส เนื่องมาจากไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น และมีสูตรการคำนวณที่เยอะ ส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแส ทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าจะเรียนไปเพื่ออะไร อีกทั้งในการจัดการเรียนการสอนในเรื่องที่ผ่านมาตอนในช่วงชั้นมัธยมต้นยังขาดการลงมือปฏิบัติและการใช้กิจกรรมการสอนที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 จำนวน 16 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ขั้นตอนดำเนินงาน

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ (Kemmis and McTaggart, 1988)ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยทำการดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการโดยทำการแบ่งวงจรตามความเหมาะสมและความเชื่อมโยงกันของเนื้อหาในแต่ละมโนมติของแต่ละวงจร ได้แก่

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. กระแสไฟฟ้า
2. กฎของโอห์มและความต้านทาน

3. สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

วงจรปฏิบัติการที่ 2

4. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

5. พลังงานและกำลังไฟฟ้า

6. การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่

วงจรปฏิบัติการที่ 3

7. เครื่องวัดไฟฟ้า

8. การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและวงจรไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 สำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคมที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 โดยการสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 วัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส แบบปรนัย 15 ข้อ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบและเหตุผล

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวัฏจักการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราห์

1.4 สร้างแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

1.5 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6 สร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

2.ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กระแสไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กฎของโอห์มและความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

3. ขั้นสังเกต (Observe)

3.1 นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน และแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ PU

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยกำหนด จะต้องดำเนินการพัฒนาปรับปรุงต่อไปจนกระทั้งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 ศึกษาหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์นักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์โดยเพิ่มวิธีแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 อาทิ การปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น หรือปรับ

2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานและกำลังไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่

3. ขั้นสังเกต (Observe)

3.1 นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน และสัมภาษณ์

นักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 ศึกษาหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์โดยเพิ่มวิธีแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2

2.ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เครื่องวัดไฟฟ้า

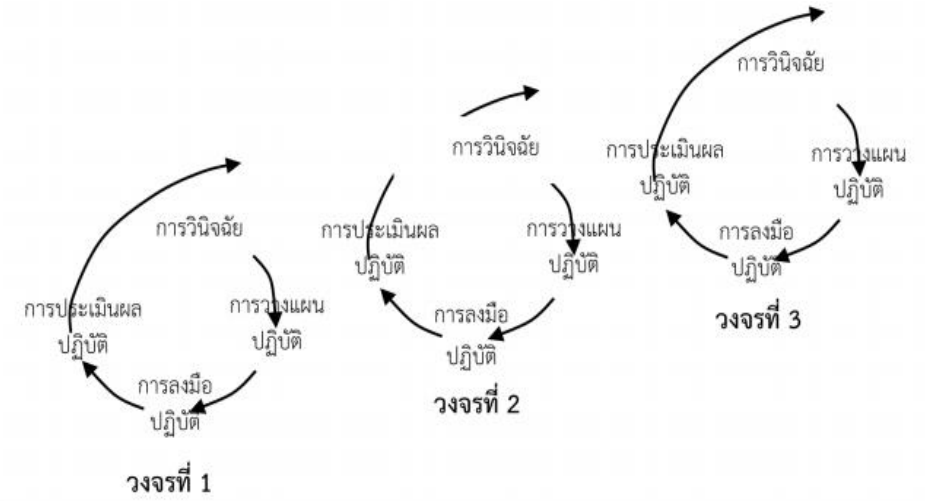
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและวงจรไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

3. ขั้นสังเกต (Observe)

3.1 นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน และสัมภาษณ์นักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นภาพการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังภาพประกอบที่ 5



รูปที่ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ แผนการเรียนรู้ แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ วิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสจำนวน 8 แผน 12 ชั่วโมง

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กระแสไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กฎของโอห์มและความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

วงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานและกำลังไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่

วงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เครื่องวัดไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและวงจรไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

2. แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม มีจำนวน 15 ข้อ

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi Structure Interview) ที่ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามเพื่อการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไว้บางส่วน

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 30 ข้อ 4 ตัวเลือกในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรแบบทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

1.3 ศึกษาสาระและมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 4

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	ไฟฟ้ากระแส	กระแสไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้าเกิดเมื่อมีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำระหว่างปลายของตัวนำเชื่อมกับความต่างศักย์ การนำฟ้าในตัวกลางเป็นการทำให้มีกระแสไฟฟ้าในตัวกลาง และเรียกตัวกลางนั้นว่าตัวนำไฟฟ้า การนำไฟฟ้าในโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งปกติเคลื่อนที่อย่างไร้ระเบียบ โดยมีความเร็วเฉลี่ยเป็นศูนย์ แต่เมื่อมีสนามไฟฟ้าภายในแท่งโลหะจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยไม่เป็นศูนย์ คือ ความเร็วลอยเลื่อน ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในโลหะกระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า(ตัวกลาง) คือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งมีค่า $I = \frac{Nq}{t} = \frac{Q}{t}$ เมื่อ N เป็นจำนวนอนุภาคที่มีประจุ q เคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางของตัวกลางในเวลา t กระแส ไฟฟ้าในตัวกลางมีทิศเดียวกับทิศทางของสนามไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถสรุปได้ว่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำและปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้ 3. นักเรียนมีความเอาใจใส่ในการเรียน	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	2	ไฟฟ้ากระแส	กฎของโอห์มและความต้านทาน	กฎของโอห์มมีใจความว่า ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น เขียนในรูปสมการได้เป็น $\frac{I}{V} = k$ เมื่อ k เป็นความนำไฟฟ้า หรือ $\frac{V}{I} = \frac{1}{k} = R$เมื่อ R เป็นค่าคงที่ซึ่งเป็นความต้านทานไฟฟ้า(หรือความต้านทาน)ของลวดตัวนำนั้น โดยมีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความต้านทานได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้ 3. นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้ และบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นไปตามกฎของโอห์มได้ 4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงาน	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	3	ไฟฟ้ากระแส	สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	ความต้านทานไฟฟ้า R ของลวดตัวนำยาว l พื้นที่หน้าตัด A เป็นไปตามสมการ $R = \rho\frac{l}{A}$ เมื่อ ρ เป็นสภาพต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโอห์ม.เมตร($\Omega.m$)ความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทานมีหน่วยเป็นซีเมนส์(S)สภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นซีเมนส์ต่อเมตร(S/m)	1. นักเรียนสามารถให้ความหมายของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้ 4.นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	4	ไฟฟ้ากระแส	แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	แรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า $E = \frac{W}{Q}$ ความต่างศักย์ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ชิ้นส่วนต่างๆ ของวงจรต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า $V = \frac{W}{Q}$ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ Vเกี่ยวข้องกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ Eตามสมการ $V = E - Ir$เมื่อIเป็นกระแสไฟฟ้าในวงจร และ r เป็นความต้านทานภายในของแบตเตอรี่	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ 3. นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ได้ 4. นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	5	ไฟฟ้ากระแส	พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในเวลา t มีค่าเป็น $W = ITV = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$ กำลังไฟฟ้า (P) เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราใช้พลังงานไฟฟ้า $P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้ 3. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	6	ไฟฟ้ากระแส	การต่อตัวต้านทาน	การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R เป็น $R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$ การต่อตัวต้านทานแบบขนาน n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R เป็น $\frac{1}{R_{รวม}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$	1. นักเรียนสามารถต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้า วัดความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า ที่มีตัวต้านทานต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาค่าความต้านทาแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 4. นักเรียนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	7	ไฟฟ้ากระแส	เครื่องวัดไฟฟ้า	เครื่องวัดไฟฟ้า ได้แก่ แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ ได้รับการดัดแปลงจากแกลแวนอมิเตอร์ชนิดขดลวดเคลื่อนที่ ซึ่งมีเข็มชี้เบนไปขึ้นกับกระแสไฟฟ้าในขดลวดโดยแกลแวนอมิเตอร์จะมีความต้านทานค่าหนึ่งเป็น R_G และกระแสไฟฟ้าทำให้เข็มเบนได้เต็มสเกลเป็น I_G ซึ่งจะนำไปดัดแปลงเป็น แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดเกิน I_G หรือดัดแปลงเป็นโวลต์มิเตอร์ความต้านทานสูงสุดเกิน V_G ($V_G = I_G R_G$) ส่วนการดัดแปลงเป็นโอห์มมิเตอร์เพื่อวัดความต้านทานที่ไม่ทราบค่า $R_x R_x$ จะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อเข็มเบนเต็มสเกล และค่า R_x มีค่ามากๆ (∞) เมื่อเข็มไม่เบน (ไม่มีกระแสไฟฟ้า) ทั้งแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ ได้รับการดัดแปลงให้เป็นมิเตอร์ในเครื่องเดียวกัน มิเตอร์ และแบบแสดงผลด้วยตัวเลข เรียกว่า ดิจิทัลมัลติมิเตอร์	1. นักเรียนสามารถอธิบายการดัดแปลงแกลแวนอมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาความต้านทานที่เหมาะสม เพื่อนำมาสร้างเป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์และปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้ 3. นักเรียนแสดงความสนใจในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	8	ไฟฟ้ากระแส	การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและวงจรไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน มีตัวเลขระบุความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในการใช้งานจะต้องต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับความต่างศักย์ตามตัวเลขที่ระบุ ซึ่งสามารถนำตัวเลขที่ระบุนี้ไปคำนวณพลังงานไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ รวมทั้งค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ในทางปฏิบัติสามารถหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้จากพลังงานไฟฟ้า(หน่วย)=กำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์)×เวลาที่ใช้ไป(ชั่วโมง) ค่านี้นำไปคิดค่าไฟฟ้าต่อไป การจ่ายไฟเข้าบ้านใช้สายไฟสองสาย คือ สายกลาง (สาย N) และ สายมีศักย์ (สาย L) พร้อมทั้งติดสายดิน (สาย E)เข้ากับสายกลาง ทั้งสายกลางและสายมีศักย์ จะต้องต่อผ่านมาตรกิโลวัตต์ ชั่วโมง เข้าบ้านแล้วต่อกับแผงควบคุมไฟฟ้า จากนั้นจึงมีสายไฟต่อไปยังส่วนต่างๆ ของบ้าน พร้อมต่อสายดินอย่างมีระบบ โดยการต่อเครื่อง ใช้ไฟฟ้าเข้าวงจรเป็นการต่อแบบขนาน	1. นักเรียนสามารถสรุประบบวงจรไฟฟ้าที่ต่อเข้าบ้านได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ได้ 3. นักเรียนทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้ 4. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	2

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบแบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์เรื่อง ไฟฟ้ากระแสจำนวน 8 แผน จำนวน 12 ชั่วโมงโดยให้สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด ระยะเวลาที่ใช้ และเนื้อหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายละเอียดการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

แผนที่	เรื่อง	ชั่วโมง
1	กระแสไฟฟ้า	1
2	กฎของโอห์มและความต้านทาน	2
3	สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	1
4	แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	2
5	พลังงานและกำลังไฟฟ้า	1
6	การต่อตัวต้านทาน	2
7	เครื่องวัดไฟฟ้า	1
8	การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและวงจรไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	2
	รวม	12

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแสจำนวน 8 แผน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสื่อการเรียนรู้การวัดประเมินผลและนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในประเด็นของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ควรลดขั้นตอนในบ้างกิจกรรมลงเพื่อความกระชับของเวลา อีกทั้งยังปรับปรุงในให้กิจกรรมมีความเหมาะสมที่จะสามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ระดับ 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 3.51-4.00 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 2.51-3.00 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 1.51-2.00 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1.00-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

1) อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรอาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) ผศ.ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5) นายอภิมุข พิลาแดง การศึกษาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสกส์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1.7 นำแบบประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มาหาคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับแล้วแปลความหมายข้อมูล ซึ่งเมื่อนำผลการปะเมินมาหาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 แผน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้เท่ากับ 4.52 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด และผลการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 แผน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้เท่ากับ 4.57 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด และผลการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยทั้ง 2 แผนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีค่าเท่ากับ 4.52 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำในด้านกิจกรรมโดยให้ปรับกิจกรรมให้มีขั้นตอนที่ลดลงเพื่อให้เหมาะสมกับ

เวลาการเรียนการสอน อีกทั้งยังเสนอแนะในขั้นของการสังเคราะห์ควรนำเสนอตัวอย่างที่ไม่ยากจนเกินไป

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ที่ได้รับการประเมินที่อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุดทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์

แบบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบไปด้วยแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกพร้อมอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีทั้งหมด 6 ข้อ วงจรปฏิบัติการที่ 2 มี 4 ข้อ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีทั้งหมด 5 ข้อ โดยมีขั้นตอนดำเนินการในการสร้างดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญ เพื่อใช้ในการออกข้อสอบและสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อเป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริง แสดงดังตารางที่ 6

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

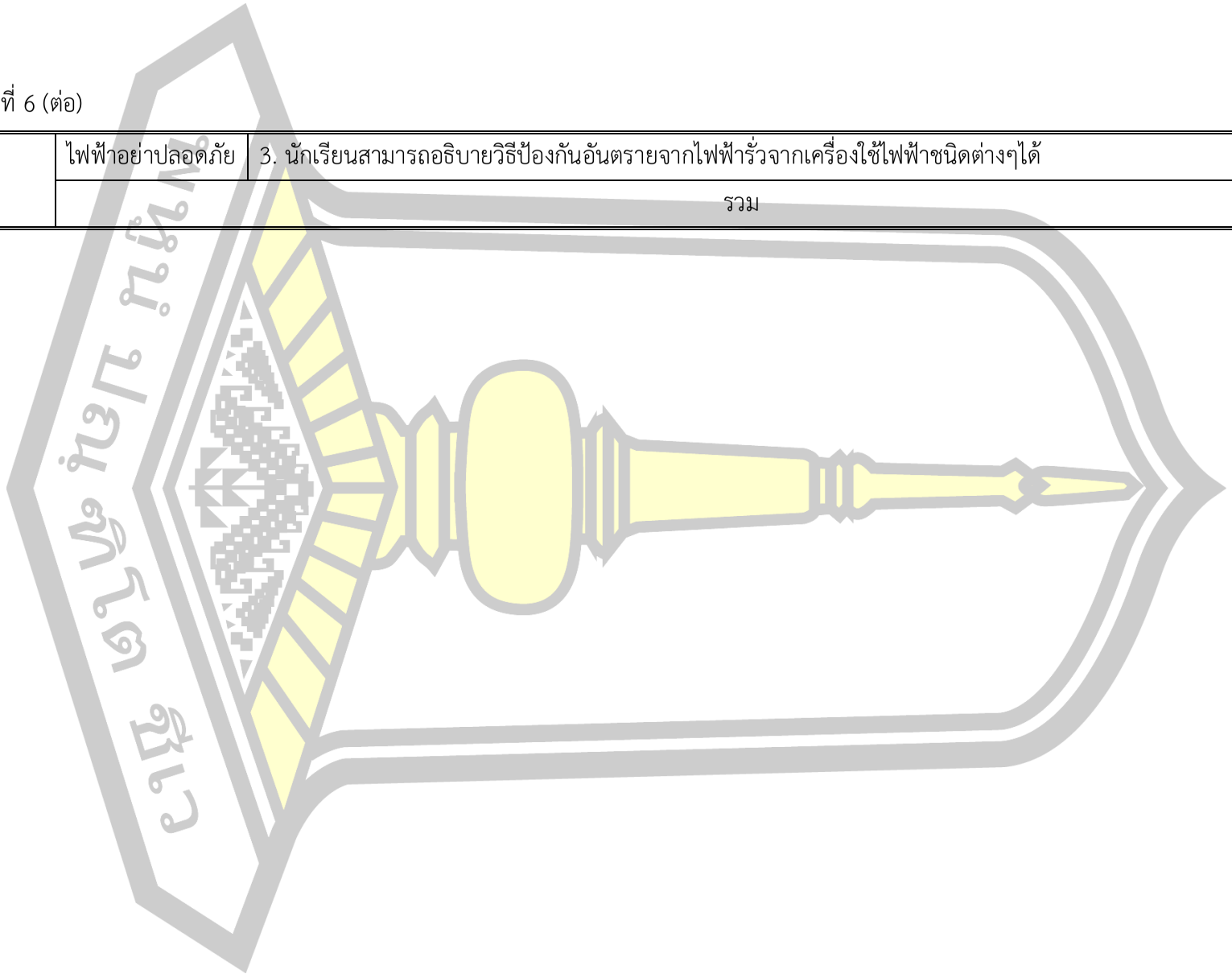
วงจรปฏิบัติการที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สร้าง	ใช้
1	กระแสไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำและปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้	2	1
		3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้	2	1
	กฎของโอห์มและความต้านทาน	1.นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้และบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นไปตามกฎของโอห์มได้	2	1
	สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	1.นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้	2	1
รวม			12	6

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สร้าง	ใช้
2	แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ได้	2	1
	พลังงานและกำลังไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้	2	1
	การต่อตัวต้านทาน	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้	2	1
		รวม	8	4
3	เครื่องวัดไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถอธิบายการดัดแปลงแกลแวนอมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาความต้านทานที่เหมาะสม เพื่อนำมาสร้างเป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้	2	1
	การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และวงจรไฟ	1. นักเรียนทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถอธิบายระบบสายส่งพลังงานไฟฟ้าที่ต่อเข้าบ้านได้	2	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

	ไฟฟ้าอย่าปลอดภัย	3. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆได้	2	1
		รวม	10	5



2.3 สร้างแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 30 ข้อ โดยเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกแล้วเขียนอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0คะแนน

5. ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.4 นำแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นที่วัด (Index of item Objective Congruence, IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

1) อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรอาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) ผศ.ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5) นายอภิมุข พิลาแดง การศึกษาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสกส์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2.5 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง (Idex of item Objective Congruence, IOC) แล้วคัดเลือกข้อคาถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 โดยผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือวัดพบว่าแบบวัดความเข้าใจมโนติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 15 ข้ออยู่ในระดับ 1.0 โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะการใช้คำในคำถามให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นว่าต้องการให้นักเรียนให้เหตุผลในเรื่องใดบ้าง

2.6 นำแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi Structure Interview) เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับต่อไป ซึ่งผู้วิจัยจะสัมภาษณ์กลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังจากทำการทดสอบท้ายวงจร โดยสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่าความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 กำหนดขอบข่ายในรายละเอียดการสัมภาษณ์

3.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนตามขอบข่ายที่กำหนด

3.3 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างขึ้นไปให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของข้อคำถามกับประเด็นที่ชี้วัด

3.4 นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นที่วัด (Index of item Objective Congruence, IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

1) อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรอาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) ผศ.ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5) นายอภิมุข พิลาแดง การศึกษาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสกส์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

3.5 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง (Idex of item Objective Congruence, IOC) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 00 โดยผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือวัดพบว่าแบบสัมภาษณ์ผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1.0 โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะการใช้คำพูดในคำถามให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นว่าต้องการให้

นักเรียนให้เหตุผลในเรื่องใดบ้าง และแก้ไขคำถามบางข้อที่อาจจะยังไม่สามารถแสดงถึงความเข้าใจในมโนมติเหล่านั้นมากเพียงพอ

3.6 นำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้ากระแส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการฯ ละ 30 ข้อ โดยมีวิธีสร้างเครื่องมือดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม คู่มือครู แบบเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และวิธีสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 ศึกษาวิธีการเขียนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จากเอกสาร ตำรา สร้างข้อสอบตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและมาตรฐานตัวชี้วัดให้ครอบคลุมเรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 90 ข้อ โดยสร้างแบบทดสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้วัด 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์และการนำไปใช้ จุดประสงค์ที่ใช้ในการประเมินผลการครั้งนี้เรียนดังตารางที่

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงวงรอบปฏิบัติการที่ 1

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจำ		ความเข้าใจ		การวิเคราะห์		การนำไปใช้		จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
กระแสไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำและปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้	4	2	4	3	3	3	2	2	13	10
กฎของโอห์มและความต้านทาน	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความต้านทานได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้	2	2	3	2	4	4	4	2	13	10

ตาราง 7 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจำ		ความเข้าใจ		การวิเคราะห์		การนำไปใช้		จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถให้ความหมายของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้	2	1	4	3	4	4	4	2	14	10
รวม										40	30

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงวงรอบปฏิบัติการที่ 2

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจำ		ความเข้าใจ		การวิเคราะห์		การนำไปใช้		จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้	4	3	3	3	4	3	2	1	13	10
พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้	4	2	2	1	4	4	3	3	13	10
การต่อตัวต้านทาน	1. นักเรียนสามารถต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาค่าความต้านทาแบบอนุกรมและแบบขนานได้	3	2	3	2	3	2	4	4	14	10
รวม										40	30

ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริงวงรอบปฏิบัติการที่ 3

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	การจำ		ความเข้าใจ		การวิเคราะห์		การนำไปใช้		จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
เครื่องวัดไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถอธิบายการดัดแปลงแกลแวนอมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาความต้านทานที่เหมาะสมเพื่อนำมาสร้างเป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์และปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้	5	2	5	3	5	5	5	5	20	15
การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและวงจรไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่าปลอดภัย	1. นักเรียนสามารถสรุประบบวงจรไฟฟ้าที่ต่อเข้าบ้านได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ได้ 3. นักเรียนทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้	5	2	5	3	5	5	5	5	20	15
รวม										40	30

4.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความครอบคลุมเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้ปรับแก้ในด้านความชัดเจนของการเขียนข้อคำถามและตัวเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นที่วัด (Index of item Objective Congruence, IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

1) อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรอาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) ผศ.ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5) นายอภิมุข พิลาแดง การศึกษาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสกส์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

4.5 วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง พบว่าข้อสอบมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6 ถึง 1.0 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาทั้ง 90 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนก่อนเรียน

2. ดำเนินการทดลองสอนกับนักเรียนตามแผนระยะเวลา บันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนทุกครั้งหลังการใช้แผน

3. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปผลการทดลองโดยมีแผนการทำงานดังตารางที่ 10-12

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 10 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 1

แผนที่	จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1	1. นักเรียนสามารถสรุปได้ว่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำและปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้ 3. นักเรียนมีความเอาใจใส่ในการเรียน	1. แบบบันทึกหลังสอน	สังเกตและสอบถาม	1. วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนและกิจกรรมจากการสอน ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไข
2	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความต้านทานได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้ 3. นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้ และบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นไปตามกฎของโอห์มได้ 4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงาน	1. แบบบันทึกหลังสอน	สังเกตและสอบถาม	1. วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนและกิจกรรมจากการสอน ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไข

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
3	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	1. แบบบันทึกหลังสอน 2. แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน 4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	วัดผลท้ายวงจรที่ 1	1. วิเคราะห์การสอน ปัญหาที่จากแบบบันทึกหลังสอน และแบบสัมภาษณ์ 2.วิเคราะห์ผลจากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 11 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 2

แผนที่	จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
4	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ 3. นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ได้ 4. นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	1. แบบบันทึกหลังสอน	สังเกตและสอบถาม	1. วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนและกิจกรรมจากการสอน ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไข
5	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแส ไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้ 3. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	1. แบบบันทึกหลังสอน	สังเกตและสอบถาม	1. วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนและกิจกรรมจากการสอน ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไข

ตารางที่ 11 (ต่อ)

แผนที่	จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
6	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้า วัดความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า ที่มีตัวต้านทานต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาค่าความต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 4. นักเรียนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	1. แบบบันทึกหลังสอน 2. แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน 4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	วัดผลท้ายวงจรที่ 2	1. วิเคราะห์การสอน ปัญหาที่พบจากแบบบันทึกหลังสอน 2. วิเคราะห์ผลจากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. วิเคราะห์ผลจากแบบสัมภาษณ์ผู้เรียน

ตารางที่ 12 แผนปฏิบัติการในวงจรที่ 3

แผนที่	จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
7	1. นักเรียนสามารถอธิบายการดัดแปลงแกลแวนอมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาความต้านทานที่เหมาะสม เพื่อนำมาสร้างเป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์และปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้ 3. นักเรียนแสดงความสนใจในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	1. แบบบันทึกหลังสอน	สังเกตและสอบถาม	1. วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนและกิจกรรมจากการสอน ปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไข
8	1. นักเรียนทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้ 2. นักเรียนสามารถสรุประบบวงจรไฟฟ้าที่ต่อเข้าบ้านได้ 3. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ได้ 4. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม4.นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงาน	1. แบบบันทึกหลังสอน 2. แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์	วัดผลท้ายวงจรที่ 3	1. วิเคราะห์การสอน ปัญหาที่พบจากแบบบันทึกหลังสอน 2. วิเคราะห์ผลจากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์และพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางฟิสิกส์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์นำข้อมูลมาจาก แบบบันทึกหลังสอน และแบบสัมภาษณ์นักเรียนมาวิเคราะห์ ตีความและสรุปผล เพื่อประเมินสภาพที่เกิดขึ้นว่ามีอุปสรรคเกิดขึ้นหรือไม่และปรับปรุงให้ดีขึ้นไป

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์และพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางฟิสิกส์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์นำข้อมูลมาจากแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาค่าเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.1 เกณฑ์การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จะต้องมีระดับความเข้าใจมโมติทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่าระดับ CU หรือ PU ในทุกมโนมติ

2.2 เกณฑ์การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ IOC แทนดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

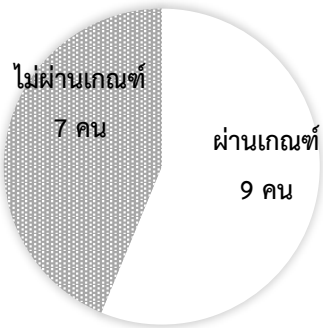
การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 จำนวน 16 คน โดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏรทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ให้อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ซึ่งเป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
2. ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ที่ได้จัดทำขึ้นซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ดังนี้ แผนที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า แผนที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน และแผนที่ 3 เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า หลังจากนั้นวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังวงจรปฏิบัติการโดยผลความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ดังแสดงในแผนภาพที่ 4



รูปที่ 4 จำนวนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์

จากแผนภาพที่ 4 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 9 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ CU และ PU และมีนักเรียนจำนวน 7 คนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดและเมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นรายบุคคลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตารางแสดงระดับความเข้าใจในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1

มโนมติ	ข้อที่	นักเรียนคนที่															
		1	2*	3	4	5*	6	7*	8	9	10*	11*	12	13	14*	15	16*
1	1	CU	PS	PU	CU	PS	PU	AC	CU	CU	PS	AC	PU	CU	PS	CU	AC
	2	CU	PU	CU	CU	PU	CU	PS	PU	CU	PS	AC	CU	CU	PS	CU	AC
	3	CU	PS	CU	CU	PS	CU	PS	CU	CU	PS	AC	CU	PU	AC	PU	AC
2	4	CU	PU	CU	CU	PU	CU	AC	CU	CU	PS	PS	CU	CU	PS	CU	NU
3	5	PU	AC	CU	PU	PS	PU	PU	CU	CU	PU	PS	CU	PU	PU	PU	AC
	6	CU	AC	CU	CU	PS	CU	PU	CU	PU	PU	PS	PU	PU	PU	PU	AC

หมายเหตุ มโนติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนติที่ 3 คือ สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ * คือ นักเรียนมีระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์บางข้อต่ำกว่าระดับถูกต้องแต่ ไม่สมบูรณ์ (PU)

จากตารางที่ 13 พบว่านักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) หรือความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 9 คน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีนักเรียนอยู่ในระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 7 คน ของนักเรียนทกลุ่มเป้าหมายผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1

มโนมติ	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์									
		CU (คน)	ร้อยละ	PU (คน)	ร้อยละ	PS (คน)	ร้อยละ	AC (คน	ร้อยละ	NU (คน	ร้อยละ
1	1	6	37.50	3	18.75	4	25.00	3	18.75	0	0.00
	2	8	50.00	3	18.75	3	18.75	2	12.50	0	0.00
	3	7	43.75	2	12.50	4	25.00	3	18.75	0	0.00
2	4	9	56.25	2	12.50	3	18.75	1	6.25	1	6.25
3	5	4	25.00	8	50.00	2	12.50	2	12.50	0	0.00
	6	5	31.25	7	43.75	2	12.50	2	12.50	0	0.00

หมายเหตุ มโนติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนติที่ 3 คือ สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 14 พบว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องกระแสไฟฟ้าข้อที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 18.75 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 18.75 ข้อที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 8 คนคิดเป็นร้อยละ 50 คน ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 18.75 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ18.75 และ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ข้อที่ 3 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 18.75

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน ข้อที่ 4 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 9 คนคิดเป็นร้อยละ 56.25 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 3 คน คิดเป็น

ร้อยละ 18.75 และความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 6.25

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า ข้อที่ 5 นักเรียนมีนักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 25 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ข้อที่ 6 นักเรียนมีนักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์บทสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 1 กระแสไฟฟ้า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากคำถามว่าถ้า “กระแสไฟฟ้าเกิดได้จากการกระทำอย่างไร” ซึ่งหลังจากการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 7 คน พบประเด็นที่นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนมติเรื่องกระแสไฟฟ้าคือนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่ากระแสไฟฟ้าจะเกิดจากประจุที่อยู่ในวัสดุ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

“...กระแสไฟฟ้าเกิดจากประจุไฟฟ้าได้รับแรงภายนอกมากระทำ.”

(นักเรียนคนที่ 2, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“...การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าจึงเกิดเป็นกระแสไฟฟ้า...”

(นักเรียนคนที่ 5, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“...กระแสไฟฟ้าเกิดจากโปรตรอนเกิดการเคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวาง....”

(นักเรียนคนที่ 16, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ถามคำถามต่อ ด้วยคำถามที่ว่า “ทำไมถึงคิดเช่นนั้น” พบว่านักเรียนให้เหตุผลในการสนับสนุนความคิดของตนเองหลายประเด็นไม่ว่าจะเป็น เกิดจากแรงดันไฟฟ้า พลังงานสะสมในประจุ การเหนี่ยวนำประจุ เป็นต้น ดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

“...เพราะคิดว่าการจะเกิดไฟฟ้าได้ก็ควรที่จะต้องมีประจุไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง...”

(นักเรียนคนที่ 2, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

"...คิดว่าเมื่อประจุไฟฟ้าถูกเหนี่ยวนำจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า..."

(นักเรียนคนที่ 5, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

"...เพราะในวัสดุแต่ละชนิดจะมีประจุฝังตัวอยู่ เมื่อให้แรงกระทำจะส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้า...."

(นักเรียนคนที่ 14, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ถามคำถามต่อ ด้วยคำถามที่ว่า "กระแสไฟฟ้าจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใดเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น" พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นต่างๆ ดังนี้ ประเด็นที่หนึ่งการออกแรงขัดจะทำให้กระแสไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น ดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

"...ขึ้นอยู่กับการขัดถูยิ่งออกแรงมากจะมีกระแสไฟฟ้ามาก..."

(นักเรียนคนที่ 7, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

"...ขึ้นอยู่กับพลังงานที่ให้ถ้าให้พลังงานน้อยจะมีกระแสน้อย..."

(นักเรียนคนที่ 10, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

ประเด็นที่สองนักเรียนมีความเข้าใจว่าจำนวนประจุจะส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าให้มีค่ามากหรือน้อยดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

"...กระแสไฟฟ้าจะมีค่าขึ้นอยู่จำนวนประจุในการเคลื่อนที่ถ้าหากเคลื่อนที่มากจะมีกระแสไฟฟ้ามาก...."

(นักเรียนคนที่ 2, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ

ประเด็นที่สาม คือ วัสดุต่างชนิดกันจะส่งผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าต่างกัน ดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

"...คิดว่าขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการให้กระแสไหลผ่าน เช่นถ้าเป็นเหล็กจะให้กระแสไฟฟ้าได้เยอะกว่า..."

(นักเรียนคนที่ 5, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 2 กฎของโอห์มและความต้านทาน

หลังจากการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 5 คนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกฎของโอห์มและ

ความต้านทานในประเด็นที่ว่าความต้านทานและกระแสไฟฟ้าจะมีค่าในลักษณะแปรผันตรงต่อกัน โดยเข้าใจว่าถ้าหากกระแสเพิ่มความต้านทานจะมีค่าเพิ่มตามไปด้วยเช่นกัน โดยจากคำถามที่ว่า “ความต้านทานในเส้นลวดและปริมาณกระแสไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร” ดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

“...เมื่อความต้านทานเพิ่มมากขึ้นกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย....”

(นักเรียนคนที่ 7, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“...ความต้านทานส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าทำให้กระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น....”

(นักเรียนคนที่ 11, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ถามคำถามต่อ ด้วยคำถามที่ว่า “ความสัมพันธ์ของกฎของโอห์มบ่งบอกไว้ว่าอย่างไร” พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า กระแสไฟฟ้าจะคงที่เมื่ออุณภูมิ ณ ขณะนั้นมีค่าคงที่ ดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

“...กระแสไฟฟ้าจะมีค่าคงที่เมื่ออุณหภูมิมีค่าคงที่.”

(นักเรียนคนที่ 10, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“...ความต่างศักย์ ความต้านทานและกระแสไฟฟ้าจะมีค่าคงที่เมื่ออุณหภูมิคงที่....”

(นักเรียนคนที่ 11, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 3 สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

หลังจากการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 4 คนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าในประเด็นที่ว่า ถ้าหากค่าสภาพต้านทานมีค่าน้อยค่าความต้านทานจะมีค่ามาก โดยจากคำถามที่ว่า “ถ้าเส้นลวดตัวนำมีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำดังนั้นค่าความต้านทานเส้นลวดจะสูงหรือต่ำ อย่างไร” ดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

“...ความต้านทานสูง...”

(นักเรียนคนที่ 2, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“.... ความต้านทานสูง เพราะถ้าเป็นลวดตัวนำความต้านทานจะนำไฟฟ้าได้ดี...”

(นักเรียนคนที่ 5, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

หลังจากนั้นผู้วิจัยถามต่อในคำถามที่ว่า นักเรียนคิดว่าสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นแรกว่า สภาพต้านทานจะมีค่าแปรผันตรงกับสภาพนำไฟฟ้า ดังแสดงจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์

"...ถ้าหากสภาพต้านทานมีค่าน้อยสภาพนำไฟฟ้าจะมีค่าน้อยด้วย..."

(นักเรียนคนที่ 2, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์

"...สภาพนำไฟฟ้าจะมีค่าน้อยถ้าสภาพต้านทานมีค่าน้อย..."

(นักเรียนคนที่ 5, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

จากนั้นเพื่อให้การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ผู้วิจัยจึงได้ สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 7 คน ที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และความไม่เข้าใจ (NU) ใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านครูผู้สอน เพื่อนำปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงใช้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ซึ่งหลังจากทำการสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมด

1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนอยากให้ปรับเปลี่ยนในประเด็นแรกคือ กิจกรรมการสอนในขั้นของการอภิปราย โดยกล่าวว่าตนเองไม่ถนัดในการอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มเพราะกลัวว่าความคิดของตนเองนั้นจะแตกต่างจากความคิดของเพื่อน ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

"กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือตอนที่ได้ทำนาย เพราะได้คิดด้วยความคิดของตัวเองจริงๆ กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือพูดคุยในกลุ่ม เพราะไม่กล้าแสดงความคิดของตัวเองภายในกลุ่ม และเวลาการทำกิจกรรมอยากให้มีเยอะกว่านี้"

(นักเรียนคนที่ 16, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

ประเด็นที่สองนักเรียนต้องการให้เพิ่มเวลาในกิจกรรมมากกว่านี้เนื่องจากระยะเวลาที่ครูให้ในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรม ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

"กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือตอนทำนาย (Predict) เพราะได้ใช้สมมติฐานของตัวเอง กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ การอภิปรายภายในกลุ่ม เพราะเวลามีจำกัดในการปรึกษา และควรเพิ่มอุปกรณ์ในการทดลองให้มากกว่านี้"

(นักเรียนคนที่ 2, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

ประเด็นที่สามในขั้นการสังเคราะห์ความรู้นักเรียนมีความคิดเห็นว่ายังไม่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้จากกิจกรรมที่สอนได้ และโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆมีความยากจึงมีความรู้สึกไม่ชอบในขั้นตอนนี้ โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากบทสัมภาษณ์แสดงได้ดังนี้

“กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือตอนให้ทำนาย และทดลองเพราะสอนคาดการณ์ และชอบทดลอง กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ สังเคราะห์ เพราะ การนำไปใช้ต่อกับปัญหาอื่นๆเป็นเรื่องยาก และควรให้มีการทดลองเยอะๆ”

(นักเรียนคนที่ 5, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

2. ด้านครูผู้สอน พบว่า ในประเด็นแรกนักเรียนคิดเห็นว่าอยากให้ครูพูดให้ช้าลงดังตัวอย่าง

“สอนสนุกดี ไม่กดดัน แต่อยาหให้ครูพูดให้ช้าลงกว่านี้”

(นักเรียนคนที่ 2, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

ประเด็นที่สองนักเรียนอยากให้เพิ่มตัวอย่างที่ง่ายต่อการเข้าใจ และอยากให้เพิ่มอุปกรณ์กิจกรรมในขั้นการทดลองให้มากขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“ครูเป็นกันเองและใช้เหตุผลในการพูดคุย แต่อยากให้มีอุปกรณ์เยอะกว่านี้ในการทดลอง และใช้ตัวอย่างการคำนวนที่เข้าใจง่ายๆ”

(นักเรียนคนที่ 16, 13 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาทั้งจากการบันทึกหลังสอน แบบสัมภาษณ์ทั้งในด้านกิจกรรมและและแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยหาแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไปแสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงแนวทางแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนบางคนไม่ค่อยชอบกิจกรรมในขั้นการอภิปราย (discuss: D) เพราะไม่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและไม่ชอบที่เพื่อนบางคนไม่ช่วยกันคิด	- ครูแนะนำให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับมโนมติตามที่ได้ทำกิจกรรมไปแล้ว - ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเขียนคำอธิบายของตนเองลงให้กระดาษโน้ตแล้วให้แต่ละคนภายในกลุ่มเล่าให้เพื่อนฟังว่าตนมีความคิดเห็นอย่างไร จากนั้นให้เพื่อนๆในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันว่าผลการทดลองและผลการทำนายมีความแตกต่างกันอย่างไร

ตาราง 15 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนบางคนไม่ค่อยชอบกิจกรรมในขั้นสังเคราะห์ (Synthesis :S) เพราะไม่ทราบว่าจะตอบอย่างไร ทำอย่างไร ควรจะนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกันอย่างไร	-ก่อนที่จะให้นักเรียนได้สังเคราะห์ความรู้ไปสู่สมการ ให้ครูสรุปสิ่งที่พบหลังการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในประเด็นเดียวกัน - ใช้ตัวอย่างที่มีความง่ายต่อการเข้าใจไม่ยากจนเกินไป - พยายามคอยเดินให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนสับสนในจุดใด
สื่อการสอนไม่หลากหลาย	- เพิ่มสื่อวีดีโอหรือรูปภาพในขณะจัดกิจกรรมการเรียน - เพิ่มสื่ออุปกรณ์ที่มีความน่าสนใจในขณะจัดกิจกรรมการเรียน
เวลาในการทำกิจกรรมไม่พอดี	- ปรับเวลาในแต่ละกิจกรรมให้พอเหมาะไม่นานเกินไปหรือสั้นจนเกินไป - ลดช่วงเวลานำเข้าสู่บทเรียนเพราะใช้เวลาค่อนข้างเยอะ
ครูผู้สอนพูดเร็ว	- พูดให้ช้าลงทำการสรุปในเนื้อหาก่อนที่จะพูดในแต่ละหัวข้อ - แจ้งกับนักเรียนว่าหากนักเรียนคนไหนฟังไม่ทันให้ยกมือบอกทัน

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

หลังจากทำการเก็บผลการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และศึกษาปัญหาที่พบแล้วนั้น ผู้วิจัยได้หาแนวทางแก้ไขและนำมาปรับใช้ในแผนจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 4-6 ดังนี้ โดยในขั้นที่ 1. ขั้นทำนาย (Predict :P) โดยการปรับเปลี่ยนจากการใช้คำถามทั่วไปเป็นการใช้ รูปภาพ สื่อวีดีโอ ที่มีความน่าสนใจใช้กับนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในคาบ ในขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต (Observe : O) โดยในขั้นของการสังเกตจากการทดลองนั้น ผู้วิจัยจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน และผู้วิจัยจะคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกันมากขึ้น และยังเป็นการประหยัดเวลาในการทำกิจกรรมการทดลองเพื่อไม่ให้ใช้เวลาที่นานจนเกินไป ในขั้นที่ 3.ขั้นการอภิปราย (Discuss : D) ผู้วิจัยได้ปรับแก้ด้วยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่มแล้วผู้วิจัยพูดชมเชย หรือให้กำลังใจเพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นและให้คำแนะนำกับนักเรียนตลอดเพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้นและคอยแนะนำกับนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าควรอภิปรายในประเด็นใดบ้าง อีกทั้งยังปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอภายในกลุ่ม โดยจะให้นักเรียนแต่

ละคนเขียนเหตุผลของตนเองลงในกระดาษโน้ตหลังจากนั้นให้เล่าเหตุผลและหลักการของตัวเองให้เพื่อนในกลุ่มได้รับฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis : S) ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยให้คำแนะนำในการเชื่อมโยง โดยการใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้จากผลการทดลองออกมาเป็นความสัมพันธ์ และเสนอตัวอย่างที่ง่ายต่อการเข้าใจเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ในการหาคำตอบได้ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จานวน 3 แผน โดยผลการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แสดงได้ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 จำนวนนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์

จากแผนภาพที่ 5 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 13 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ CU และ PU และมีนักเรียนจำนวน 3 คนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลโดยแสดงได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2

มโนมติ	ข้อที่	นักเรียน															
		1	2	3	4	5	6	7*	8	9	10	11*	12	13	14	15	16*
1	1	PU	PU	PU	CU	PU	PU	AC	CU	CU	PU	PS	PU	CU	PU	CU	PS
	2	PU	PU	CU	CU	CU	CU	PS	PU	CU	PU	PS	CU	CU	PU	CU	PS
2	3	CU	PU	CU	CU	PU	CU	AC	CU	CU	PU	PS	CU	CU	PU	CU	AC
3	4	CU	PU	CU	PU	CU	PU	PU	CU	CU	CU	PU	CU	PU	CU	PU	AC

หมายเหตุ มโนติที่ 4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ มโนติที่ 5 พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนติที่ 6 การต่อตัวต้านทาน CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ * คือ นักเรียนมีระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์บางข้อต่ำกว่าระดับถูกต้องแต่ ไม่สมบูรณ์ (PU)

จากตารางที่ 16 พบว่ามีนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์หรือความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และความไม่เข้าใจจำนวน 3 คน ของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 18.75 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

มโนมติ	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์									
		CU (คน)	ร้อยละ	PU (คน)	ร้อยละ	PS (คน)	ร้อยละ	AC (คน)	ร้อยละ	NU (คน)	ร้อยละ
4	1	5	31.25	8	50	2	12.5	1	6.25	0	0
	2	8	50	5	31.25	3	18.75	0	0	0	0
5	3	9	56.25	4	25	1	6.25	2	12.5	0	0
6	4	8	50	7	43.75	0	0	1	6.25	0	0

หมายเหตุ มโนติที่ 4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ มโนติที่ 5 พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนติที่ 6 การต่อตัวต้านทาน CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 17 พบว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ ข้อที่ 1 นักเรียนมีความ เข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ

6.25 ข้อที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 8 คนคิดเป็นร้อยละ 50 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนววน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 18.75

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและกำลังไฟฟ้าข้อที่ 3 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 25 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 และ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การต่อตัวต้านทาน ข้อที่ 4 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์(CU) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 6.25

จากการวิเคราะห์ผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่ายังมีนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่ได้ตั้งไว้จำนวน 3 คน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพอีกครั้ง โดยพบว่า

มโนมติทางวิทางวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

หลังจากทำการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 3 คน พบว่า นักเรียนทั้ง 3 คนมีความเข้าใจในเรื่องความต่างศักย์และแรงเคลื่อนไฟฟ้าในประเด็นแรกที่ว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์เป็นปริมาณที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง โดยจากคำถาม “แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์นั้นมีความแตกต่างกันหรือเหมือนกันอย่างไร” โดยดูจากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“แตกต่างกันโดยที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าในวงจรแต่ความต่างศักย์ไฟฟ้าคือ พลังงานศักย์”

(นักเรียนคนที่ 7, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“ต่างกันโดยที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าคือ ความแตกต่างกันของศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดแต่แรงเคลื่อนไฟฟ้าคือ ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการเคลื่อนที่”

(นักเรียนคนที่ 16, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

ประเด็นที่สองพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่ว่าปริมาณทั้งสองเป็นปริมาณเดียวกัน โดยเกิดมาจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

“...แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์เหมือนกันโดยที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์คือพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า” (นักเรียนคนที่ 11, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

มโนมติทางวิทางวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 5 พลังงานและกำลังไฟฟ้า

หลังจากทำการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 3 คน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ในประเด็นของนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจถึงความแตกต่างของกำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าได้ จากคำถามที่ว่า “พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร” โดยดูจากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์ส่งผลให้เกิดกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า”

(นักเรียนคนที่ 7, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์สามารถนำไปคำนวนหาค่ากำลังไฟฟ้าได้แต่ไม่สามารถนำไปคำนวนหาพลังงานไฟฟ้าได้”

(นักเรียนคนที่ 11, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“กำลังไฟฟ้าหาได้จากพลังงานไฟฟ้า”

(นักเรียนคนที่ 16, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

มโนมติทางวิทางวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 6 การต่อตัวต้านทาน

จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่อง การต่อตัวต้านทานในประเด็นที่ว่าในการต่อวงจรไม่ว่าจะแบบอนุกรมหรือขนานจะไม่ส่งผลต่อกระแสและศักย์ไฟฟ้า ในคำถาม “การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านจะใช้วงจรไฟฟ้าแบบใดอนุกรมหรือแบบขนานและการต่อวงจรแบบดังกล่าวส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์อย่างไรบ้าง” โดยดูจากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“ใช้แบบอนุกรมแต่ และวงจรแบบดังกล่าวไม่ส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์”

(นักเรียนคนที่ 16, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามต่อในคำถามที่ว่า ถ้ามีการต่อหลอดไฟในวงจรการต่อวงจรแบบอนุกรมและแบบขนานการต่อวงจรแบบใดจะให้กระแสไฟฟ้ามากกว่ากัน ทำไมถึงคิดเช่นนั้น พบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าถ้าหากต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมจะส่งผลให้กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง ดังตัวอย่าง

“แบบขนานเพราะการต่อวงจรแบบอนุกรมจะทำให้กระแสที่ไหลในวงจรมีค่าลดลงเพราะต้องไปผ่านตัวต้านทานอีกตัวก่อน”

(นักเรียนคนที่ 16, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

จากนั้นเพื่อให้การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ผู้วิจัยจึงได้ สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 3 คน ที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) ใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านครูผู้สอน เพื่อนำปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงใช้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป หลังจากทำการสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมด

1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ได้แสดงความคิดเห็นของตนเองในขั้นของการอภิปราย (Discuss :D) ร่วมกันเป็นกลุ่มเพราะว่ารู้สึกว่าความคิดของตนเองไม่ได้มีความสำคัญต่อกลุ่มที่เพื่อนจะรับฟัง และในขั้นของการสังเคราะห์ (Synthesis :S) พบว่านักเรียนยังมีความรู้สึกว่าโจทย์ปัญหาที่ให้ทำในขั้นของการสังเคราะห์ยังมีความยากเกินไป และนักเรียนยังไม่สามารถการนำองค์ความรู้ที่ได้มาเขียนเป็นความสัมพันธ์ในเชิงสัญลักษณ์ได้ ผลที่ได้แสดงดังนี้

โดยถามในคำถาม “ชอบหรือไม่ชอบกิจกรรมใดในกระบวนการเรียนรู้และอยากให้มีการเพิ่มสิ่งใดในการจัดการในชั้นเรียน”

“ชอบกิจกรรมการในตอนที่มีการให้ทำนายความคิดของตัวเองก่อนจะลงมือทดลองปฏิบัติ แต่รู้สึกว่าการที่จะนำความรู้ที่ได้หลังจากการเรียนไปใช้เริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหายังทำไม่เป็น และอยากให้การพาทำโจทย์ปัญหาที่ง่ายๆเยอะๆเพื่อเพิ่มความเข้าใจ”

(นักเรียนคนที่ 7, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

2. ด้านครูผู้สอน ถามคำถามว่าอยากให้ครูผู้สอนปรับปรุงเรื่องใดในการสอน พบว่านักเรียนอยากให้เพิ่มเวลาในการทำกิจกรรม และใช้โจทย์การคำนวณที่ไม่ยากและครูให้คำแนะในขั้นสังเคราะห์

“อยากให้ครูเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมในช่วงการทดลองให้มากขึ้น เพราะเวลาไม่ทันในการทดลอง”

(นักเรียนคนที่ 11, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

“อยากให้ครูคอยบอกวิธีการในตอนที่ให้สังเคราะห์มากกว่านี้”

(นักเรียนคนที่ 16, 27 ธันวาคม 2561; สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาทั้งจากการบันทึกหลังสอนแบบสัมภาษณ์ในด้านกิจกรรมและแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนานำกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงแนวทางแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนไม่ชอบขั้นตอนในการให้อภิปราย (Discuss :D) เป็นกลุ่มเพราะกลัวความคิดของตัวเองจะแตกต่างจากความคิดของเพื่อน และคิดว่าความคิดของตนเองไม่มีความสำคัญมากพอ	- ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเขียนคำอธิบายของตนเองลงให้กระดาษแล้วให้แต่ละคนภายในกลุ่มเล่าให้เพื่อนฟังว่าตนมีความคิดเห็นอย่างไร และให้เพื่อนในกลุ่มให้คะแนนความคิดเห็นของคนที่ได้นำเสนอในกล่มและให้เหตุผลว่าทำไมถึงให้คะแนนเท่านั้น โดยคะแนนที่การให้คะแนนมีเกณฑ์จาก ความสมเหตุสมผลของเพื่อน ความสอดคล้องของผลการทดลองและทฤษฎี และอธิบายออกมาให้เพื่อนเข้าใจได้ง่าย -ครูคอยให้แรงกระตุ้น โดยการให้กำลังใจและกล่าวชมเชยความคิดของนักเรียนและคอยชี้แนะหากในแต่ละกลุ่มมีประเด็นใดที่เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน
นักเรียนบางคนไม่ค่อยชอบกิจกรรมในขั้นการสังเคราะห์ (Synthesis :S) เพราะไม่ทราบว่าจะตอบอย่างไร ทำอย่างไรควรจะนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกันอย่างไร	-สุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอว่าหลังจากกิจกรรมการอภิปรายกลุ่มของตนเองพบสิ่งใดบ้างที่เกิดขึ้น -ก่อนที่จะให้นักเรียนได้สังเคราะห์ความรู้ไปสู่สมการ ให้ครูสรุปสิ่งที่พบหลังการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมองเห็นภาพรวมว่าผลที่เกิดขึ้นมีประเด็นใดบ้าง - ใช้ตัวอย่างที่มีความง่ายต่อการเข้าใจมีและมีการแนะนำวิธีการคำนวนคราวๆก่อนให้นักเรียนลงมือทำเอง - พยายามคอยเดินให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยในจุดใด

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

หลังจากทำการเก็บผลการวิจัยในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 และศึกษาปัญหาที่พบแล้วนั้น ผู้วิจัยได้หาแนวทางแก้ไขเพื่อที่จะนำไปปรับใช้ในแผนจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 7-8 ในขั้นการอภิปราย (Discuss : D) และในขั้นสังเคราะห์ (Synthesis :S) ดังนี้ ในขั้นที่ 3. ขั้นการอภิปราย (Discuss : D) ใช้วิธีแก้ปัญหาโดยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงผลการสังเกตจากการทดลองที่พบ ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างจากสิ่งที่ตนเองทำนายไว้อย่างไร และปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอภายในกลุ่ม โดยจะให้นักเรียนแต่ละคนเขียนเหตุผลของตนเองลงในกระดาษโน้ต หลังจากนั้นให้เล่าเหตุผลและหลักการของตัวเองให้เพื่อนในกลุ่มได้รับฟัง อีกทั้งยังเพิ่มการให้เพื่อนในกลุ่มให้คะแนนของผู้

นำเสนอในกลุ่มย่อยของตัวเอง โดยเกณฑ์ของคะแนนให้นักเรียนดูจาก ความสมเหตุและสมผลของหลักการและเหตุผล ผลการทดลองและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันและอธิบายออกมาให้เพื่อนเข้าใจได้ง่ายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแล้วเขียนออกมาเป็นเหตุผลของกลุ่มนั้น โดยจะเพิ่มจากเดิมที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มเพียงอย่างเดียว จากนั้นผู้วิจัยพูดชมเชยหรือให้กำลังใจเพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นและให้คำแนะนำกับนักเรียนตลอดเพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงาน และขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis : S) ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนวิธีการโดยจากการที่ครูจะค่อยชี้แนะเพียงอย่าเดียว ผู้วิจัยจะสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอประเด็นต่างๆ ที่กลุ่มของตนพบ หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนประเด็นสรุปองค์ความรู้ต่าง ๆที่ได้จากการทดลองออกมาเป็นคำพูดในเชิงสัญลักษณ์อย่างง่ายๆ และผู้วิจัยจะคอยแนะนำนักเรียนต่อไปในการเชื่อมโยงองค์ความรู้เข้าด้วยกันออกมาเป็นความสัมพันธ์และนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์อื่น โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ดังนี้ แผนที่ 7 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า แผนที่ 8 เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย โดยผลการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แสดงได้ดังแผนภาพที่ 6

รูปที่ 6 จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์

จากรูปที่ 6 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 15 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ CU และ PU และนักเรียนจำนวน 1 คนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดและเมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แสดงดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ตารางแสดงระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3

มโนมติ	ข้อที่	นักเรียน															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16*
7	1	CU	PU	PU	CU	PU	PU	PU	CU	CU	PU	PU	PU	CU	PU	CU	PU
	2	CU	PU	CU	CU	PU	CU	PU	PU	CU	PU	CU	CU	CU	PU	CU	PS
8	3	CU	PU	CU	CU	PU	CU	PU	CU	CU	PU	PU	CU	CU	CU	CU	PS
	4	PU	PU	CU	PU	CU	PU	PU	CU	CU	PU	PU	CU	PU	CU	PU	PS
	5	CU	CU	CU	CU	PU	CU	PU	CU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PS

หมายเหตุ มโนติที่ 7 เครื่องวัดไฟฟ้า มโนติที่ 8 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ * คือ นักเรียนมีระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์บางข้อต่ำกว่าระดับถูกต้องแต่ ไม่สมบูรณ์ (PU)

จากตารางที่ 19 พบว่ามีนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่สมบูรณ์หรือความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จำนวน 1 คน ของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 6.25 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3

มโนมติ	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนคน)									
		CU (คน)	ร้อยละ	PU (คน)	ร้อยละ	PS (คน)	ร้อยละ	AC (คน)	ร้อยละ	NU (คน)	ร้อยละ
7	1	6	37.50	10	62.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	2	9	56.25	6	37.50	1	6.25	0	0.00	0	0.00
	3	10	62.50	5	31.25	1	6.25	0	0.00	0	0.00

8	4	6	37.50	9	56.25	1	6.25	0	0.00	0	0.00
	5	6	37.50	9	56.25	1	6.25	0	0.00	0	0.00

หมายเหตุ มโนติที่ 7 เครื่องวัดไฟฟ้า มโนติที่ 8 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 20 พบว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้าข้อที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ข้อที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 9 คนคิดเป็นร้อยละ 56.25 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 6.25

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย ข้อที่ 3 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 ข้อที่ 4 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25 ข้อที่ 5 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25

จากการพิจารณาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และ วงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนจำนวน 7 คนที่มีระดับความเข้าใจในมโนมติต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น เห็นได้จาก นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) และในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) แต่ยังพบว่ามีนักเรียนจำนวน 1 คนเมื่อผ่านพ้นไปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วพบว่ายังมีคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ โดยมีคะแนนความเข้าใจในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่า

เกณฑ์ในบางมโนมติ อีกทั้งเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละวงรอบนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. วงรปฏิบัติการที่ 1

สำหรับผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ดังนี้ แผนที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า แผนที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน และแผนที่ 3 เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า พบว่า มีนักเรียนจำนวน 9 คน ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีนักเรียนจำนวน 7 คนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดคิดดังภาพที่ 7

รูปที่ 7 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์

โดยเมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายบุคคลแสดงได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

คนที่	คะแนนที่นักเรียนทำได้จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน	ร้อยละ
1	22	72.6
2*	15	49.5
3	22	72.6
4	25	82.5
5*	14	46.2
6	23	75.9

ตาราง 21 (ต่อ)

7*	16	52.8
8	22	72.6
9	26	85.8
10*	13	42.9
11*	14	46.2
12	22	72.6
13	22	72.6
14*	16	52.8
15	22	72.6
16*	13	42.9

หมายเหตุ * คือ นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากตารางที่ 21 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 9 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือเกินร้อยละ 70 ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่มีนักเรียนจำนวน 7 คนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

หลังจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วัยได้ปรับกิจกรรมในการเรียนการสอนในขั้นการทำการทดลองให้มีความง่ายขึ้น และในขั้นอภิปรายได้ปรับเปลี่ยนเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อให้นักเรียนได้มีความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับการสอนอย่างถูกต้อง โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มเป้าหมาย โดยแสดงดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์

และเมื่อทำการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายบุคคลโดยแสดงได้ดังตาราง 22

ตารางที่ 22 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

คนที่	คะแนนที่นักเรียนทำได้จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน	ร้อยละ
1	23	75.9
2	22	72.6
3	23	69.3
4	23	69.3
5	23	75.9
6	23	75.9
7*	18	59.4
8	22	72.6
9	24	79.2
10	23	75.9
11	25	82.5
12	24	79.2
13	22	72.6
14	22	72.6
15	22	72.6
16*	17	56.1

หมายเหตุ * คือ นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากภาพที่ 8 และตารางที่ 21 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เห็นได้ว่า มีนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 14 คนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือเกินร้อยละ 70 แต่มีนักเรียนจำนวน 2 คนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 5 คน

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

ในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายผู้วิจัยได้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนหลังจากแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แผนโดยทำการปรับกิจกรรมในขั้นสังเคราะห์โดยการใช้

ตัวอย่างการคำนวนที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจแก่นักเรียนมากยิ่งขึ้น โดยผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 จำนวนของนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์

และเมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายบุคคลแสดงดังจารางที่ 23

ตารางที่ 23 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

คนที่	คะแนนที่นักเรียนทำได้จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน	ร้อยละ
1	23	75.9
2	24	72.6
3	22	72.6
4	25	82.5
5	23	75.9
6	23	75.9
7	22	72.6
8	27	89.1
9	24	79.2
10	23	75.9
11	23	75.9
12	24	79.2
13	25	82.5
14	22	72.6

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนที่นักเรียนทำได้จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน	ร้อยละ
15	22	72.6
16*	20	66

หมายเหตุ * คือ นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากภาพที่ 9 และตารางที่ 23 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 15 คนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือเกินร้อยละ 70 แต่มีนักเรียนจำนวน 1 คนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากแบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการแสดงดังตารางที่ 24

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 24 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
Predict: ทำนาย	- ครูใช้คำถามทั่วไปเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	- ครูใช้สื่อ เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่างเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน - ครูใช้คำถามที่มีความเชื่อมโยงกับการทดลองว่าถ้าหากเกิดการแบบนี้ผลที่เกิดขึ้นนักเรียนคิดว่าจะเป็นเช่นไร หรือสถานการณ์ปัจจุบันที่น่าสนใจต่อตัวผู้เรียน เช่น อุปกรณ์ที่คล้ายถ้วยที่อยู่บนเสาไฟฟ้า มันคืออะไร ทำไมมันต้องเป็นรูปถ้วยเป็นรูปแบบอื่นได้หรือไม่ มันช่วยอะไรได้บ้างทั้งที่อันก็ใหญ่และหนัก	- ครูใช้สื่อ เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่างหรือโปรแกรมจำลองเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน - ครูใช้คำถามที่มีความเชื่อมโยงกับการทดลองว่าถ้าหากเกิดการแบบนี้ผลที่เกิดขึ้นนักเรียนคิดว่าจะเป็นเช่นไร และให้นักเรียนได้เกิดการตั้งสมมุติฐานด้วยตนเองจริงๆ อย่างเช่น การให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสิ่งที่ตนเองคิดลงกระดาษโน้ตเพื่อที่จะไม่ให้เกิดการเลียนแบบความคิดเห็นกัน
Observe: สังเกต	- ผู้เรียนได้ทำการทดลองเป็นกลุ่ม	- นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่ม โดยที่ครูอธิบายวิธีทำการทดลองอย่างละเอียด และอธิบายการใช้เครื่องมือการทดลองอย่างละเอียดด้วยก่อนทำการทดลอง อีกทั้งยังคอยให้คำแนะนำมากขึ้น และยังใช้สื่อวีดีโอ ช่วยในการจัดกิจกรรม เพื่อเพิ่มความเข้าใจของนักเรียน	- นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่ม โดยที่ครูอธิบายวิธีทำการทดลองอย่างละเอียด และอธิบายการใช้เครื่องมือการทดลองอย่างละเอียดด้วยก่อนทำการทดลอง อีกทั้งยังคอยให้คำแนะนำมากขึ้น และยังใช้สื่อวีดีโอ ช่วยในการจัดกิจกรรม เพื่อเพิ่มความเข้าใจของนักเรียน - ครูใช้สื่อเพิ่มเติมในการอธิบายวิธีการใช้เครื่องมือในการทดลองเพื่อเพิ่มความเข้าใจกับตัวนักเรียน

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
Discuss: อภิปราย	- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่มใหญ่	- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ครูคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น - ทำการแก้ปัญหานักเรียนแต่ละคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นโดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนเหตุผลของตนเองลงในกระดาษโน้ต จากนั้นให้ทำการเล่าให้เพื่อนในกลุ่มฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มในประเด็นต่างๆ โดยครูคอยชี้แนะไม่ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผิดพลาดในประเด็นที่ได้อภิปรายในกลุ่ม	- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ครูคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น - ทำการแก้ปัญหานักเรียนแต่ละคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นโดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนเหตุผลของตนเองลงในกระดาษโน้ตจากนั้นให้ทำการเล่าให้เพื่อนในกลุ่มฟัง และเพิ่มการให้นักเรียนในกลุ่มโหวตให้คะแนนหลังจากเพื่อนคนดังกล่าวแสดงความคิดเห็นเรียบร้อย โดยครูกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนคือเต็ม 3 คะแนนประกอบไปด้วย 1) เหตุและผลมีความสมเหตุสมผล 2) มีทฤษฎีนำมาสนับสนุนเหตุผลดังกล่าว 3) การอธิบายมีความง่ายต่อการเข้าใจ

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
Synthesis: ขั้นสังเคราะห์	- ให้นักเรียนทำการสังเคราะห์ความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง โดยมีการแนะตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น	- ให้นักเรียนทำการสังเคราะห์ความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง โดยมีการแนะตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น และมีการปรับตัวอย่างโจทย์ในสถานการณ์ที่มีความง่ายมากขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากที่ทำการทำกิจกรรมมาใช้ในการสังเคราะห์ได้	- สุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอว่ากลุ่มของตนเองพบสิ่งใดและในประเด็นใดบ้าง - ให้นักเรียนทำการสังเคราะห์ความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง โดยมีการแนะตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น และมีการปรับตัวอย่างโจทย์ในสถานการณ์ที่มีความง่ายมากขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากที่ทำการทำกิจกรรมมาใช้ในการสังเคราะห์ได้ และทำการเดินให้คำแนะนำในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจอย่างใกล้ชิด

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ให้อยู่ในระดับ Complete Understanding (CU) หรือ Partial Understanding (PU)

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผล

การจัดการเรียนตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการนักเรียนที่ได้รับการด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า CU หรือ PU จำนวน 15 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน

2. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน

อภิปรายผล

1. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนด้วยวัฏจักร ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า CU หรือ PU จำนวน 15 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน โดยเมื่อพิจารณาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่ามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ความเข้าใจมโมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ CU หรือ PU อยู่ 9 คน และยังไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 7 คน ซึ่งในขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย (Predict : P) ผู้วิจัยเน้นใช้คำถามทั่วไปซึ่งไม่ค่อยน่าสนใจและดึงดูดความสนใจแก่นักเรียนเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงได้หาวิธีการแก้ปัญหา โดยการปรับเปลี่ยนจากการใช้คำถามทั่วไปเป็นการใช้ รูปภาพ สื่อวีดีโอ ที่มีความน่าสนใจมใช้กับนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในคาบ ซึ่งจะเป็นการส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจเพิ่มมากขึ้น (Kelly and Jone, 2007) ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต (Observe: O) ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนร่วมกันทำการทดลองเป็นกลุ่ม พบว่านักเรียนบางคนภายในกลุ่มไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มของตนเองในการทำการทดลอง ทำให้นักเรียนบางคนไม่มีประสบการณ์ในการทดลองส่งผลให้ไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาในกิจกรรมนั้น ๆได้ ผู้วิจัยจึงหาวิธีการแก้ปัญหา โดยในขั้นของการสังเกตจากการทดลองนั้นผู้วิจัยจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน การแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนจะสามารถส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Slavin, 1983) ในขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปราย (Discuss : D) ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงผลการสังเกตจากการทดลองที่พบ ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างจากสิ่งที่ตนเองทำนายไว้อย่างไร แต่พบว่านักเรียนภายในกลุ่มไม่มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ผู้วิจัยจึงปรับแก้ด้วยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม แล้วผู้วิจัยคอยกระตุ้นและให้คำแนะนำกับนักเรียนตลอดเพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้นและปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอภายในกลุ่ม โดยจะให้นักเรียนแต่ละคนเขียนเหตุผลของตนเองลงในกระดาษโน้ต หลังจากนั้นให้เล่าเหตุผลและหลักการของตัวเองให้เพื่อนในกลุ่มได้รับฟัง และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งการกล่าวคำชมเชยการให้ความสำคัญต่อความคิดเห็นของนักเรียนจะช่วยส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นของตนเองมากยิ่งขึ้น (วรรณี ลิมอักษร, 2551)อีกทั้งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มยังช่วยพัฒนาความเข้าใจของบุคคลนั้นมากยิ่งขึ้นไปด้วย (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis : S) เป็นการที่ให้นักเรียนแต่ละคนตกผลึก

ทางความรู้ของตนเองที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ออกมาเป็นความสัมพันธ์อย่างง่าย และนำความรู้ที่ได้นั้นไปแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ แต่พบปัญหาคือนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าควรจะต้องทำอย่างไรในการจะเชื่อมโยงความรู้ของตนเองออกมาและนำไปแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยให้คำแนะนำในการเชื่อมโยง โดยการใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้จากผลการทดลองออกมาเป็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อกันและกัน โดยการใช้คำถามที่ชักนำไปสู่ความเข้าใจในมโนมตินั้นๆจะช่วยเพิ่มการเชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น (Dimitrova, 2018)

วงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ยังพบว่ายังมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ดังที่ตั้งไว้อยู่ โดยมีนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ความเข้าตมโมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ CU หรือ PU อยู่ 3 คน ซึ่งปัญหาที่พบจากการสัมภาษณ์ และการวัดด้วยแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะมีปัญหาในขั้นของการอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม และในขั้นขอการสังเคราะห์ความรู้ ซึ่งในขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย (Predict: P) ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นั้นคือการใช้สื่อวีดีโอ อุปกรณ์ตัวอย่าง แทนการถามด้วยคำถามทั่วไปซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสนใจในการร่วมกิจกรรมมากขึ้นในการตอบคำถามในการทำนายและมีความสนใจต่อกิจกรรมที่จะใช้มากยิ่งขึ้น ในขั้นที่ 2 ขั้นสังเกต (Observe :O) ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันในการทำงานว่าแต่ละคนมีหน้าที่อะไร และผู้วิจัยจะคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกันมากขึ้น พบว่านักเรียนสามารถควบคุมเวลาในกิจกรรมการทลองได้ดียิ่งขึ้นและสามารถทำการทดลองได้อย่างมีระบบมากยิ่งขึ้น ในขั้นที่ 3 ขั้นอภิปราย (Discuss : D) ผู้วิจัยยังพบปัญหาในการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม จึงใช้วิธีแก้ปัญหาโดยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงผลการสังเกตจากการทดลองที่พบ ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างจากสิ่งที่ตนเองทำนายไว้อย่างไร และปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอภายในกลุ่ม โดยจะให้นักเรียนแต่ละคนเขียนเหตุผลของตนเองลงในกระดาษโน้ตหลังจากนั้นให้เล่าเหตุผลและหลักการของตัวเองให้เพื่อนในกลุ่มได้รับฟัง โดยจะเพิ่มให้เพื่อนในกลุ่มให้คะแนนของผู้นำเสนอในกลุ่มย่อยของตัวเอง โดยเกณฑ์ของคะแนนให้นักเรียนดูจาก ความสมเหตุและสมผลของหลักการและเหตุผล ผลการทดลองและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแล้วเขียนออกมาเป็นเหตุผลของกลุ่มนั้นแล้วผู้วิจัยพูดชมเชยและให้กำลังใจ เพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นและให้คำแนะนำกับนักเรียนตลอดเพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น และมีการพัฒนาความเข้าใจทางมโนมติอย่างถูกต้องโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันของนักเรียนในกลุ่มย่อยจะช่วยส่งเสริมความคิดด้านด้านพุทธิปัญญาได้ดีขึ้น (Lardizabal, 1970) ในขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ (Synthesis : S) พบปัญหา

เนื่องมาจากนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในมโนมตินั้นออกมาเป็นความสัมพันธ์ได้ ซึ่งจากแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยให้คำแนะนำในการเชื่อมโยง โดยการใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้จากผลการทดลองออกมาเป็นความสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนวิธีการโดยจากการที่ครูจะค่อยชี้แนะเพียงอย่างเดียว ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละคนเขียนประเด็นสรุปองค์ความรู้ต่างๆ ที่ได้จากการทดลองออกมาเป็นคำพูดในเชิงสัญลักษณ์อย่างง่ายๆ และผู้วิจัยจะคอยแนะนำนักเรียนต่อไปในการเชื่อมโยงองค์ความรู้เข้าด้วยกันออกมาเป็นความสัมพันธ์และนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์อื่น ซึ่งการสรุปสิ่งที่ได้จากการกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยส่งผลให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น (Sokoloff, 2006)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า หลังจากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และใช้วิธีแก้ปัญหาต่างๆ ภายในห้องเรียน ส่งผลให้นักเรียนอีก 2 คน มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ขึ้นผ่านเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้อธิบายได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเน้นการใช้สื่อไม่ว่าจะเป็น วีดีโอ โปรแกรมจำลองหรือ ภาพเคลื่อนไหวเป็นการช่วยเพิ่มความสนใจของนักเรียนในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น การใช้สื่อ เช่น รูปภาพนิ่ง วีดีโอ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่าง เข้ามาช่วยมีส่วนสำคัญในการพัฒนามโนมติ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องได้เพราะ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพเชิงประจักษ์ส่งผลให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้และสามารถเกิด และยังทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนมติได้ง่ายขึ้น (Vasilyev, 2010) อีกทั้งการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบภายในกลุ่ม และการ ใช้แรงกระตุ้น เช่น การกล่าวชมเชย ยกย่อง ให้กำลังใจ มีคะแนนโบนัสพิเศษ ปรบมือให้กำลังใจหรือให้สิ่งของรางวัลในการจัดกิจกรรมภายในห้องเรียน ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญในการเรียนให้ประสบผลสำเร็จอีกด้วย แต่หลังจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 1 คนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ในบางมโนมติทำให้นักเรียนคนดังกล่าวยังมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจากกการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่าอาจเป็นเพราะเนื้อหาในบางมโนมติที่ต้องอาศัยหลักการในการคำนวณเพื่อให้เกิดการเข้าใจถึงมโนมตินั้นทำให้ยากต่อการเข้าใจ ซึ่งหลังจากจัดการเรียนการสอนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการพบว่า นักเรียนจะให้ความสำคัญกับความเข้าใจของตนเองเป็นอย่างมากในขั้นการทำนาย (P) ซึ่งหากพบว่าผลที่ได้จากการทดลองในขั้นการสังเกต (O) ไม่ตรงกับความเข้าใจของตนเอง นักเรียนจะไม่ยอมรับผลการทดลองนั้นซึ่งจะคิดว่าผลการทดลองนั้นอาจจะผิดพลาด นักเรียนจะทำการสอบถามกับเพื่อนต่างกลุ่มและพยายามหาข้อพิสูจน์เพื่อยืนยันความคิดของตนเองโดยการทดลองซ้ำภายหลัง เมื่อนักเรียนพบว่าผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของกลุ่มอื่นจึงยอมรับ

และปรับความคิดของตนเองตามสิ่งที่ได้เห็นจากการทดลองเมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดกันในขั้นอภิปราย (D) กับเพื่อนต่างกลุ่มหรือครูนักเรียนจึงได้ข้อสรุปที่เป็นมโนมติที่ถูกต้องและนำความรู้นั้นไปใช้ในขั้นสังเคราะห์ (S) ได้อย่างถูกต้องซึ่งถือได้ว่าลักษณะที่เกิดขึ้นนี้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget (ชนาธิป พรกุล, 2554) ที่เมื่อข้อมูลใหม่ถูกนำเข้าสู่สมองแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบภายในเพื่อทำความเข้าใจหรือทำให้เข้ากับข้อมูลใหม่นั้นเรียกว่า การปรับตัว (Adaptation) ถ้านักเรียนพบสิ่งที่ไม่คุ้นเคยหรือข้อมูลใหม่ไม่มีความใกล้เคียงหรือสัมพันธ์ กับความรู้เดิมจะเกิดความสงสัยเรียกว่า เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) นักเรียนจะใช้กระบวนการปรับสภาวะ(Accommodation) เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีให้เข้ากับความรู้ใหม่ทำให้เกิดสภาวะสมดุล(Equilibrium) แล้วจึงจัดเก็บในโครงสร้างทางปัญญาที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ จากผลการวิจัยชิ้นนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์เป็นกิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทั้งการตั้งสมมุติฐานจากการทำนาย การฝึกการสังเกตอีกทั้งยังได้รู้จักการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนคนอื่นซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้แง่คิดของบุคลอื่น และรู้จักการยอมรับหากสิ่งที่ตนเองคิดนั้นมีข้อผิดพลาด และยังได้ฝึกการรู้จักสังเคราะห์ความรู้จากสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มา ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวถือได้ว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเสริมสร้างให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องไฟฟ้ากระแส ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ (พัธวุฒิ ลังกาพินธ์, 2559) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรแบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ที่มีต่อมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 29 คน พบว่าคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อน เรียน คือ จากร้อยละ 40.14 เป็นร้อยละ 64.28 ซึ่งถือว่าความเข้าใจของนักเรียนถูกต้องเพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาในกลุ่มมโนมติย่อยคะแนนมโนมติหลังเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกมโนมติย่อย

2. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนยังขาดการสรุปความเป็นความเข้าใจที่ถูกต้องในบางมโนมติทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังพบในขั้นตอนของการอภิปราย (Discuss :D) นักเรียนยังขาดการใช้เหตุผลในการสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองทำให้อาจเกิดความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ได้ และในขั้นสังเคราะห์นักเรียนยังขาดการเชื่อมโยงองค์ความรู้จาก

กิจกรรมการเรียนรู้มาสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยยังขาดการใช้เหตุผลที่ถูกต้องครบถ้วนทำให้เกิดความสับสน ในประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์นั้นๆ ทำให้ผู้วิจัยได้ทำการแก้ปัญหาโดยการคอยให้คำแนะนำ โดยใช้คำถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากการทดลองและสิ่งที่นักเรียนได้ทำนายไว้ ทำให้เกิดการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของตนเองก่อนการทดลองกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังการทดลอง ซึ่งเป็นนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง (Osborne, 1982) และเมื่อพิจารณาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า ในขั้นของการสังเคราะห์และขั้นอภิปรายนักเรียนมีพัฒนาการในการสังเคราะห์ความรู้ในขั้นสังเคราะห์และการอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มมากขึ้นจาก 2 วงจรปฏิบัติการที่ผ่านมาส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเรียนการสอนถูกต้องสมบูรณ์ ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้นเป็น 15 คนจาก 9 คนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ (Zar, 2012) ได้ทำการพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งประเทศที่ประเทศสาธารณรัฐแห่งสหภาพพม่า จำนวน 50 คน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ พบว่าหลังจากที่นักศึกษาได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการปรับเปลี่ยนมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้นและนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรใช้กิจกรรมการทดลองที่มีขั้นตอนการปฏิบัติไม่ซับซ้อนเกินไป

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ครูผู้สอนควรบริหารจัดการเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ให้เหมาะสม

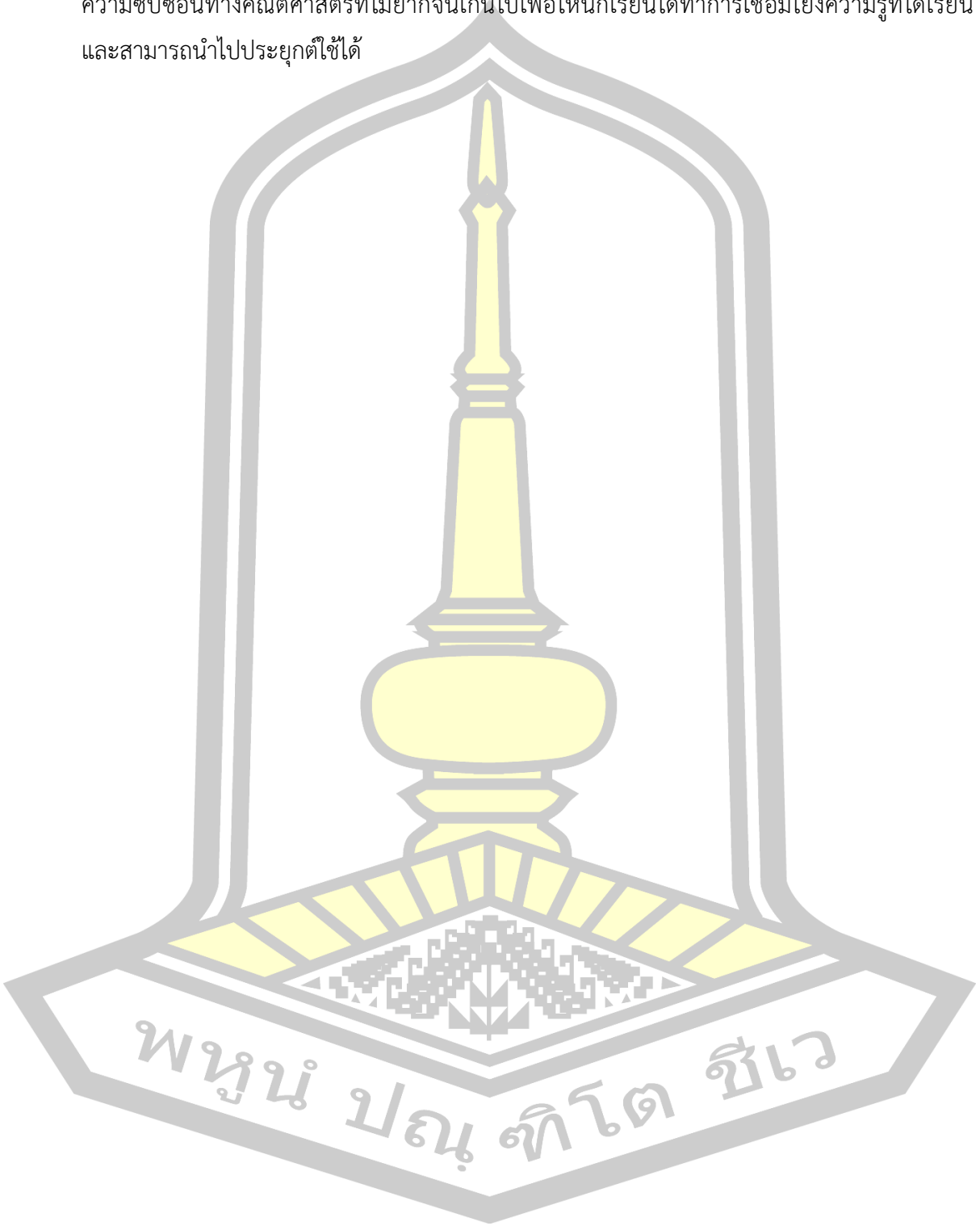
2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ในการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ ในขั้นการทำนายผู้วิจัยควรหาสื่อที่มีความน่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ในขั้นการอภิปราย ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยกันเพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการทำงานร่วมกันและยังช่วยเสริมความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

2.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ใน

ขั้นการสังเคราะห์ ครูผู้สอนควรเสนอโจทย์ปัญหาและสถานการณ์คำถามที่ไม่ยากจนเกินไปและมีความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยากจนเกินไปเพื่อให้นักเรียนได้ทำการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ แจงหมื่นไวย. (2534). การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยของแก่น.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ.

กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์. (2555). การศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และ ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อ ในแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เรื่อง การรักษา ดุลยภาพของเซลล์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe- Explain (POE). *Journal of Education*, *35*, 7–15.

เกียรติมณี บำรุงไร่. (2553). *การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict–Observe– Explain (POE)*. มหาวิทยาลัยของแก่น.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุติมา รอดสุด. (2550). *ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธีระชัย ปูรณโชติ. (2536). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทย์วิธีทางวิทยาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิคม ทองบุญ. (2542). *มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง มวลแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัด พัทลุง*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร.

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2548). การปรับเปลี่ยนมโนมติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม. *วารสารวิจัย มข*, *5*, 10–15.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์การพิมพ์.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2551). การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงความคิด. *วารสารศึกษาศาสตร์*, *31*, 35–40.

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2537). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พัธวุฒิ ลังกาพินธ์. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ต่อมโนมติ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 16–28.

พิชา ชัยจันดี. (2552). *ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนมติและความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับแรงจูงใจกับการเปลี่ยนมโนมติ*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพาณิชย์.

เมธิน อินทรประสิทธิ์. (2559). *ผลของกลวิธีการสอนทานาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศนและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย*. จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

ยศธร บรรเทิง. (2556). *การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE)*. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 11–15.

วรรณจรีย์ มังสิงห์. (2537). *เอกสารประกอบการสอน วิชาการเรียนรู้มโนมติทางวิทยาศาสตร์*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณี ลิมอักษร. (2551). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. สงขลา: ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

วัฒนา อัครพราหมณ์. (2540). *การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. มหาวิทยาลัยข่อนแก่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่ม*

สาระ วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สมเจตน์ อุระศิลป์. (2553). *การสำรวจและปรับแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่องพันธะเคมี โดยใช้โมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ*. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. กาฬสินธุ์: ประสานพิมพ์.

สุวดี แสนคาภูมี. (2544). *ผลการสอนเพื่อแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศโดยใช้เอกสารอ่านประกอบซึ่งสร้างตามทฤษฎี การเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์และคณะ*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา(พิมพ์ครั้งที่4)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

เสงี่ยม ช่างเกวียน. (2541). *การติดตามผลสอบซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เรื่อง แสงโดยใช้วิธีการสอนตมทฤษฎีการเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์และคณะ*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อำนาจ เจริญศิลป์. (2537). *วิธีสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

Coghlan and Brannick. (2001). Doing Action Research in Your Own Organization. *Australasian Journal of Engineering Education*, 69–88.

Dimitrova, E. (2018). Improvement Aspects in Teaching Analog Electronics. *Springer International Publishing*, 376–385.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education, 75*(6), 649–672.

Hurd. (1970). Scientific enlightenment for an age of science. *The Science Teacher, 37*, 13.

Huseyin, K. and Sabri, K. (2007). Secondary school students' misconception about simple electric circuits. *Journal of Turkish Science Education*, *4*(1), 50–62.

Inoue, N. (2015). *Beyond actions: Psychology of action research for mindful educational improvement*. New York: Peter Lang Publishing.

Isil, A. and Ahmetl, L. (2011). Using analog in eeterminiing and overcoming high school Students' misconception about electric current. *Journal of Science and*

Mathematics Education, *5*(2), 221–250.

Kelly and Jone. (2007). Exploring how different features of animation of sodium chloride dissolution affect student's explanation. *Journal of Science Education Technology*, *16*, 413–429.

Kemmis and McTaggart. (1988). *The Action Research Planer (3rd ed.)*. Victoria: Deakin University.

Klopfer. (1971). *Evaluation of Learning in Science", Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: Hill Book Company.

Mazzolini S Daniel & T Edwards. (2012). *Using Interactive Lecture Demonstrations to Improve Conceptual Understanding of Resonance in an Electronics*.

Mungsing. (1993). *Student s' Alternative Conceptions about Genetics and The Use of Teaching Strategies for Conceptual Change*. University of Alberta.

Osborne. (1982). Conceptual Change-for Pupils and Teacher. *Research in Science Education*, *12*, 25–31.

Pintrich, P. R. (1999). *Motivational Beliefs as Resources for and Constraints on Conceptual Change*. Amsterdam: New Perspectives on Conceptual Change.

Sokoloff, D. R. (2006). Introduction", Active learning in optics and photonics training manual. *UNESCO*, 1–13.

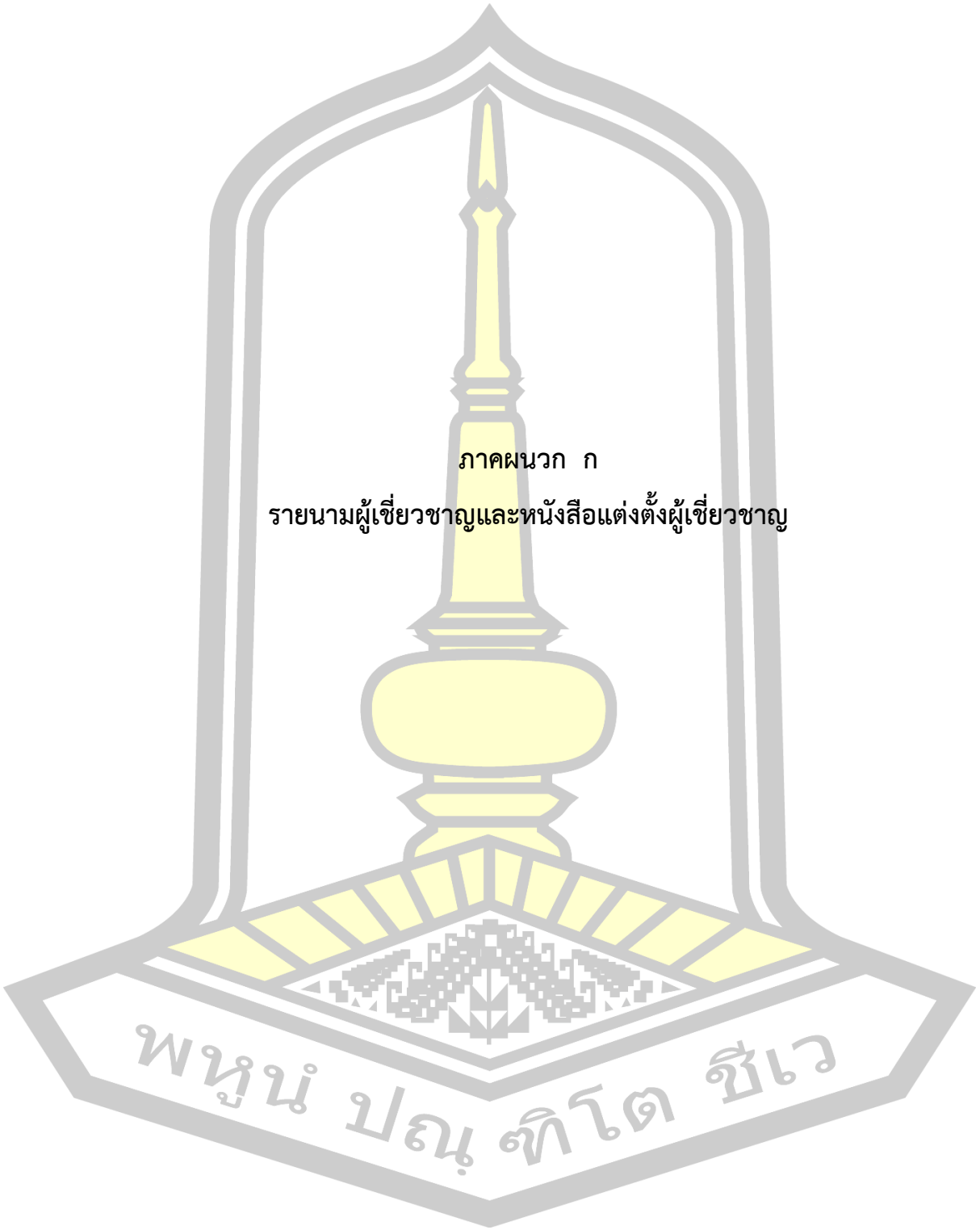
Vasilyev. (2010). Towards interactive 3D graphics in chemistry publication. *TheorChem Acc*, *125*, 173–176.

Westbrook and Marek. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, *19*(4), 28.

Zar, T. (2012). *Development of pods-based activities to improve students' understanding of brightness and current conceptions in simple dc electric circuits: a case study of first year myanmar undergraduate students*. Mahidol university.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ



รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ	อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผศ. ดร.มนตรี วงษ์สะพาน	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. ผศ. ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์	อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. นางศิรินทร์พร ชลารักษ์	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
5. นายอภิมุข พิลาแดง	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2501 7 ธันวาคม 2561
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นายกมลภัทร พึ่งปาน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Discuss-Synthesis (PODS) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้การวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2501 7 ธันวาคม 2561
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นายกมลภัทร พึ่งปาน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Discuss-Synthesis (PODS) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2501 7 ธันวาคม 2561
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์

ด้วย นายกมลภัทร พึ่งปาน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Discuss-Synthesis (PODS) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2501

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางศิรินทร์พร ชลารักษ์

ด้วย นายกมลภัทร พึ่งปาน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Discuss-Synthesis (PODS) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0902565111

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2501

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายอภิมุข พิลาแดง

ด้วย นายกมลภัทร พึ่งปาน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Discuss-Synthesis (PODS) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0902565111

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร

ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว 32223 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 1 ชั่วโมง

หน่วยที่ 2 ไฟฟ้ากระแส เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน นายกมลภัทร พึ่งปาน

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายกฎของโอห์ม ความต้านทาน และการใช้กฎของโอห์ม
2. อธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้ว
3. วิเคราะห์และหาปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

3. สาระสำคัญ

กฎของโอห์มมีใจความว่า ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น เขียนในรูปสมการได้เป็น $\frac{I}{V} = k$ เมื่อ k เป็นความนำไฟฟ้า หรือ $\frac{V}{I} = \frac{1}{k} = R$ เมื่อ R เป็นค่าคงที่ซึ่งเป็นความต้านทานไฟฟ้า(หรือความต้านทาน) ของลวดตัวนำนั้น โดยมีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความต้านทานได้
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้ และบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นไปตามกฎของโอห์มได้

ด้านพฤติกรรมการเรียน (Attributes)

นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน

5. สาระการเรียนรู้

กฎของโอห์มและความต้านทาน

6. กระบวนการเรียนรู้ (PODS)

ขั้นนำ	
Predict	1. ครูทบทวนความรู้ เรื่อง กระแสไฟฟ้าว่า กระแสไฟฟ้าเกิดเมื่อมีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ และความต่างศักย์มีผลทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เกิดเป็นกระแสไฟฟ้าในตัวนำ 2. ครูถามนักเรียนเพิ่มเติมว่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร 3. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) เพื่อทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยครูแจกกระดาษบรู๊ฟให้กลุ่มละ 1 แผ่น และ ครูแจกกระดาษ Post-it ให้นักเรียนทุกคนคนละ 2 แผ่นให้นักเรียนเขียนชื่อติดไว้ที่ด้านหลัง เพื่อใช้ตอบคำถาม 4. ครูให้นักเรียนทำนายคำตอบจากคำถามดังต่อไปนี้ - กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีลักษณะเป็นอย่างไร - กราฟกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร 5. นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของการทำนายลงในกระดาษ Post-it แล้วนำไปแปะไว้กระดาษบรู๊ฟ 6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่มว่าคำตอบของคำถามเป็นแบบใดเพราะอะไร พร้อมเขียนอธิบายลงในกระดาษบรู๊ฟ 7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน

<table>
<tr><td>ขั้นสอน</td><td></td></tr>
<tr><td>Observe</td><td>1. ครูแจกอุปกรณ์ทำการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์โดยมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
<table>
<tr><td>รายการ</td><td>จำนวนต่อกลุ่ม</td></tr>
<tr><td>1. หม้อแปลงแรงดันต่ำ
2. สายไฟพร้อมปากหนีบ
3. แอมมิเตอร์
4. โวลต์มิเตอร์
5. ตัวต้านทานไม่ทราบค่า</td><td>1 เครื่อง
1 ชุด
1 เครื่อง
1 เครื่อง
1 ตัว</td></tr>
</table>
2. ครูแนะนำก่อนทำการทดลองว่า
- การใช้แอมมิเตอร์จะต้องต่ออนุกรมกับตัวต้านทานไม่ทราบค่า โดยต่อขั้วเสียบสายไฟที่มาจากขั้วบวกของหม้อแปลงแรงดันต่ำเข้ากับขั้วบวกของแอมมิเตอร์
- โวลต์มิเตอร์จะต้องต่อขนานกับส่วนของวงจรที่ต้องการวัดความต่างศักย์ ขั้วของโวลต์มิเตอร์จะต้องต่อเข้ากับจุดสองจุด
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ครูคอยชี้แนะประเด็นสำคัญให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม
4. ครูยกตัวอย่างตารางผลการทดลอง โดยกำหนดให้ทุกกลุ่มต้องเขียนลงไปในกระดาษบรู๊ฟเพื่อใช้ในการบันทึกผล
<table>
<tr><td>แรงดันไฟฟ้า</td><td>ความต่างศักย์ไฟฟ้า(V)</td><td>กระแสไฟฟ้า(A)</td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>12</td><td></td><td></td></tr>
</table>
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ โดยกำหนดให้ความต่างศักย์เป็นแกนตั้ง และกระแสไฟฟ้าเป็นแกนนอน โดยกำหนดให้ทุกกลุ่มต้องเขียนลงไปในกระดาษบรู๊ฟ
6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาค่าความต้านทานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้า โดยกำหนดให้ทุกกลุ่มต้องเขียนลงไปในกระดาษบรู๊ฟ โดยอาศัยสมการ V=IR</td></tr>
</table>

Discuss	1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาลงข้อสรุปร่วมกันจากสิ่งที่นักเรียนแต่ละคนได้สังเกตเห็นในการทดลองโดยนำมาอภิปรายหาข้อสรุปร่วมกัน โดยให้เปรียบเทียบผลการทำนายก่อนการทดลองและหลังการทดลองในหัวข้อที่ว่า - กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีลักษณะเป็นอย่างไร - กราฟกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และผลที่เกิดขึ้นมีความเหมือนหรือแตกต่างจากการทำนายอย่างไรและทำไมถึงเป็นเช่นนั้นโดยครูค่อยเดินให้คำแนะนำหากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเพื่อปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติของนักเรียน 2. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือ ร่วมกันหาเหตุผลของคำถามว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น แล้วบันทึกผลในกระบวรู๊ฟโดยให้เขียนเหตุผลของนักเรียนแต่ละคนลงในกระดาษบรู๊ฟ ดังตัวอย่าง จากผลการทดลองและการทำนายมีความต่างกันอย่างไร..... เพราะว่า.....นาย..... จากผลการทดลองและการทำนายมีความต่างกันอย่างไร..... เพราะว่า.....นาย..... จากผลการทดลองและการทำนายมีความต่างกันอย่างไร..... เพราะว่า.....นางสาว..... 3. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนสรุปให้เพื่อนในห้องฟัง โดยที่ครูคอยชี้แนะประเด็นสำคัญให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และเปิดโอกาสให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ถามในส่วนที่สงสัย 4. ให้นักเรียนนำประดาษบรู๊ฟของกลุ่มไปติดที่ผนังห้อง เพื่อทำกิจกรรม Gallery Walk โดยให้เพื่อนต่างกลุ่มมาศึกษาเพิ่มเติมจากกลุ่มอื่นๆ และสอบถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างกลุ่ม
ขั้นสรุป	
Synthesis	1. ครูชี้แนะเพิ่มเติมโดยการยกตัวอย่างจนนักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้ออกมาได้ว่ากฎของโอห์มมีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น เขียนในรูปสมการได้เป็น $\frac{I}{V} = k$เมื่อ k เป็นความนำไฟฟ้า หรือ$\frac{V}{I} = \frac{1}{k} = R$ เมื่อ R เป็นค่าคงที่ซึ่งเป็นความต้านทานไฟฟ้า(หรือความต้านทาน) ของลวดตัวนำนั้น โดยมีหน่วยเป็น โอห์ม

	2. ครูถามเพิ่มเติมว่าจากกราฟถ้าเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร (เพิ่มขึ้น เนื่องจากลักษณะของกราฟมีความแปรผันตรงกัน) 3. ครูยกตัวอย่างโจทย์การคำนวณ ตัวอย่าง จะต้องต่อตัวต้านทาน 2.0 เมกะโอห์ม กับความต่างศักย์เท่าใดจึงจะมีกระแสไฟฟ้า 1.0 มิลลิแอมแปร์ ผ่านตัวต้านทานดังกล่าว (2000 V) 4. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน 5. ให้นักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 2 พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

7. สื่อ

1. ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน
2. เอกสารประกอบการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
3. Power Point

8. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความต้านทานได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่า’กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้	การประเมินคุณภาพผลงานของนักเรียนจากกระดาษบรู๊ฟ และการประเมินแบบทดสอบ	แบบประเมินผลงานของนักเรียนและ ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2	คะแนนผลงานรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
1. นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้	การประเมินการทดลองระหว่างเรียนของนักเรียน	แบบประเมินการทดลองระหว่างเรียนของนักเรียน	คะแนนพฤติกรรมรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	การประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน	คะแนนพฤติกรรมระหว่างเรียนรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

9. แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. เอกสารประกอบการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

3.www.rmutphysics.com

4. www.trueplookpanya.com

10. อ้างอิง

หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2556.

11. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบระหว่างเรียน

.....

.....

.....

วิธีแก้ปัญหา คือ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะจากการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

12. ความเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

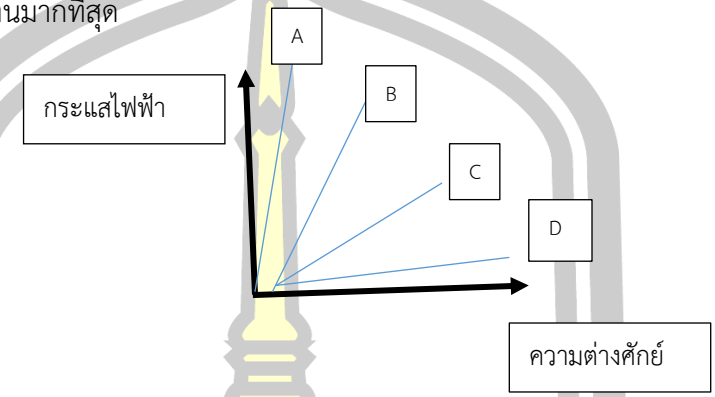
(นางศิรินทร์พร ชลารักษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ใบงานที่ 2

1. เส้นตรง A B C และ D ดังรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ใน ตัวนำชนิดใดมีความต้านทานมากที่สุด



ก. A ข. C

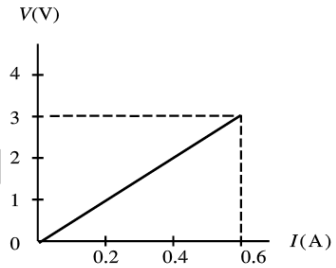
ค. B ง. D

เพราะ

.....

.....

2. จากการทดลองวัดความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทาน และกระไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานซึ่งต่ออยู่กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าต่างๆ นำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าได้ดังรูป จงหาความต้านทานของตัวต้านทาน



ก. 5 โอห์ม ข. 3 โอห์ม

ค. 0.6 โอห์ม ง. 0.2 โอห์ม

เพราะ

.....

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ประเมินใบงานที่ 2

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

ข้อที่	เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคุณภาพ				รวมคะแนน	ผ่านเกณฑ์ 60%	
			4	3	2	1		ผ	มผ
1									
2									

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 2

ข้อที่	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1	คำตอบ ก. เหตุผล 1. เขียนสูตรในการคำนวณ 2. แทนค่าลงในสูตรการคำนวณ 3. คำนวณค่าได้คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบ ก. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ก.เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ข. ค. หรือ ง.เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ข. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด
2	คำตอบ ก. เหตุผล 1. เขียนสูตรในการคำนวณ 2. แทนค่าลงในสูตรการคำนวณ 3. คำนวณค่าได้คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบ ก. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ก.เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ข. ค. หรือ ง.เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ข. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด

แบบประเมินการทดลอง

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

เลขที่	รายการประเมิน									รวม
	ผลการทดลอง			การสรุปผลการทดลอง			การอภิปรายผลการทดลอง			
	2	1	0	2	1	0	2	1	0	6

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินการทดลอง

หัวข้อ	ระดับคุณภาพ		
	2	1	0
ผลการทดลอง	นักเรียนสามารถระบุผลการทดลองที่สังเกตเห็นจากการทดลองได้ครบถ้วนทุกปัญหาถูกต้อง ชัดเจน	นักเรียนระบุผลการทดลองที่สังเกตเห็นจากการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนระบุผลการทดลองที่สังเกตเห็นจากการทดลองได้ไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้อง
การสรุปการทดลอง	นักเรียนเขียนอธิบายสาเหตุของผลการทดลองได้ ถูกต้อง ชัดเจน	นักเรียนเขียนอธิบายสาเหตุของผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน	นักเรียนอธิบายสาเหตุของผลการทดลองได้ไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้อง
การอภิปรายผลการทดลอง	นักเรียนสามารถใช้ความรู้หรือหลักการในการอภิปรายผลการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน	นักเรียนใช้ความรู้หรือหลักการในการอภิปรายผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน	นักเรียนใช้ความรู้หรือหลักการในการอภิปรายผลการทดลองได้ไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้อง

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินผลงานนักเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน		สรุปผลการประเมิน 60 %	
		ความถูกต้องของชิ้นงาน	รายละเอียดของผลงาน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินผลงาน

หัวข้อ	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
ความถูกต้องของชิ้นงาน	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่ครูกำหนดให้ปฏิบัติในห้องเรียน ได้ครบถ้วน และถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่ครูกำหนดให้ปฏิบัติในห้องเรียน ได้ครบถ้วน และถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่ครูกำหนดให้ปฏิบัติในห้องเรียน ได้ครบถ้วน และถูกต้องเป็นส่วนน้อย	นักเรียนไม่ทำงานเลย
รายละเอียดของผลงาน	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของชิ้นงานได้อย่างละเอียด และครบถ้วน	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของชิ้นงานได้อย่างละเอียด และครบถ้วนบางส่วน	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของชิ้นงานได้อย่างละเอียด และครบถ้วนเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่ทำงานเลย

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน		รวมคะแนน	สรุปผลการประเมิน 70 %	
		ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	มีความมุ่งมั่นการทำงาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียน

หัวข้อ	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการปรึกษาหารือและให้ความร่วมมือช่วยกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มมีส่วนร่วมในการปรึกษาหารือและให้ความร่วมมือช่วยกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มไม่มีส่วนร่วมในการปรึกษาหารือและไม่ให้ความร่วมมือช่วยกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	นักเรียนในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเลย
มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มมีความตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มไม่มีความตั้งใจทำงานและได้รับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนในกลุ่มไม่ตั้งใจทำงานหรือไม่ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว 32222 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 50 นาที

หน่วยที่ 14 ไฟฟ้ากระแส เรื่อง การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่ นายกมลภัทร พึ่งปาน

---

1. ตัวชี้วัด

ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระสำคัญ

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R เป็น

$$R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R เป็น

$$\frac{1}{R_{รวม}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (Knowledge)

นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. นักเรียนสามารถทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้า วัดความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า ที่มีตัวต้านทานต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้

2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาค่าความต้านทาแบบอนุกรมและแบบขนานได้

ด้านพฤติกรรมการเรียน (Attributes)

นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน

4. สาระการเรียนรู้

การต่อตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

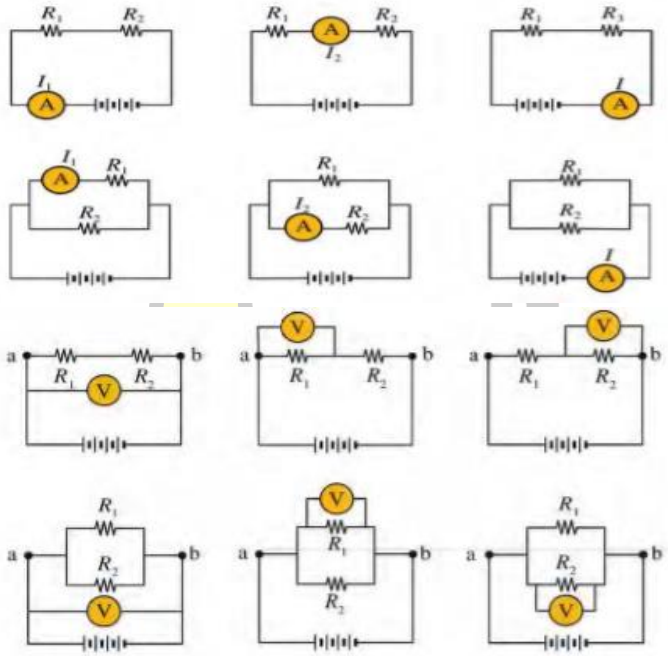
5.กระบวนการเรียนรู้ (PDEODE)

<table>
<tr><td colspan="2">ขั้นนำ</td></tr>
<tr><td>Predict</td><td>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการ ตั้งคำถามว่า ตัวต้านทานไฟฟ้ามีหน้าที่อะไร วัสดุที่ใช้ทำตัวต้านทานไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้าหรือฉนวนไฟฟ้า
2. ครูถามเพิ่มเติมว่า ตัวต้านทานไฟฟ้าใช้ประโยชน์ในทางใดได้บ้าง และยกตัวอย่างตัวต้านทานไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน (ให้นักเรียนยกตัวอย่าง)
3. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) เพื่อทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยครูแจกกระดาษบรู๊ฟที่ให้กลุ่มละ 1 แผ่น และ ครูแจกใบคำถามเรื่อง การต่อตัวต้านทาน ขนาดครึ่ง a4 ให้นักเรียนทุกคน เพื่อใช้ตอบคำถาม
4. ครูให้นักเรียนทำการนายจากคำถาม
- การต่อตัวต้านไฟฟ้ามีการลักษณะการต่อกี่แบบ อะไรบ้าง การต่อแต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร พร้อมเขียนอธิบาย
5. นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของการทำนายลงในใบคำถามเรื่อง การต่อต้านทาน แล้วนำไปแปะไว้กระดาษบรู๊ฟในส่วน การทำนาย</td></tr>
<tr><td colspan="2">ขั้นสอน</td></tr>
<tr><td>Observe</td><td>1. ให้นักเรียนทบทวนการอ่านค่าตัวต้านทานไฟฟ้าแบบค่าคงที่ (fixed resistor)
2. ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง วิธีการต่อตัวต้านทาน จากคลิปวีดีโอตามลิงค์ https://www.youtube.com/watch?v=ibaIH6NlUL0
3. ครูแจกอุปกรณ์ทำการทดลองการต่อตัวต้านทานโดยมีอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้
<table>
<tr><th>รายการ</th><th>จำนวนต่อกลุ่ม</th></tr>
<tr><td>1. ตัวต้านทาน 100 และ 200 โอห์ม</td><td>2 ตัว</td></tr>
<tr><td>2. สายไฟพร้อมปากหนีบ</td><td>1 ชุด</td></tr>
<tr><td>3. แอมมิเตอร์</td><td>1 เครื่อง</td></tr>
<tr><td>4. โวลต์มิเตอร์</td><td>1 เครื่อง</td></tr>
<tr><td>5. แบตเตอรี่ 4 ก้อน พร้อมกระบะ</td><td>1 ชุด</td></tr>
</table>
4. ครูแนะนำก่อนทำการทดลองว่า
- การใช้แอมมิเตอร์จะต้องต่ออนุกรมกับตัวต้านทานไม่ทราบค่า โดยต่อขั้วเสียบสายไฟที่มาจากขั้วบวกของหม้อแปลงแรงดันต่ำเข้ากับขั้วบวกของแอมมิเตอร์</td></tr>
</table>

- โวลต์มิเตอร์จะต้องต่อขนานกับส่วนของวงจรที่ต้องการวัดความต่างศักย์ ขั้วของโวลต์มิเตอร์จะต้องต่อเข้ากับจุดสองจุด

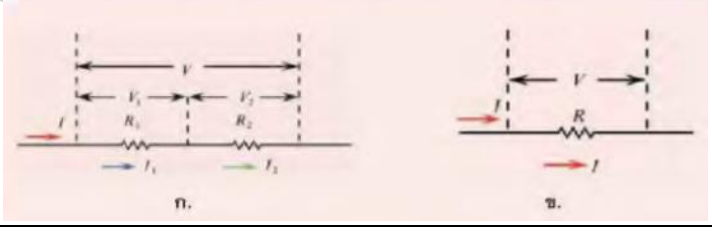
- การทดลองนี้ใช้แอมมิเตอร์ขนาด 100 mA และโวลต์มิเตอร์ขนาด 15 V

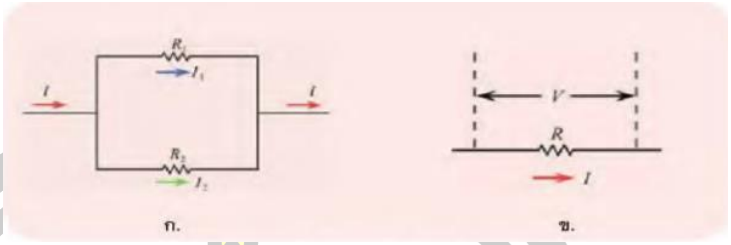
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้า และวัดความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า ที่มีตัวต้านทานต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยมีตัวอย่างการต่อดังรูป



โดยให้นักเรียนบันทึกความต่างศักย์ที่วัดได้ลงในบันทึกผลการทดลองที่ครูแจกให้แต่ละกลุ่มตัวอย่างดังตารางข้างล่าง

กระแสไฟฟ้า			
ลักษณะการต่อตัวต้านทาน	I_1(A)	I_2(A)	I(A)
แบบอนุกรม			
แบบขนาน			
ความต่างศักย์			
ลักษณะการต่อตัวต้านทาน	V_1(v)	V_2(v)	V(v)
แบบอนุกรม			
แบบขนาน			

	1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลอง โดยนำมาอภิปรายหาข้อสรุปร่วมกัน โดยให้เปรียบเทียบผลการทำนายก่อนชมคลิปวีดีโอละหลังชมคลิปวีดีโอ ในหัวข้อเดิมที่ว่า -การต่อตัวต้านไฟฟ้ามีการลักษณะการต่อกี่แบบ อะไรบ้าง การต่อแต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร และผลที่เกิดขึ้นมีความเหมือนหรือแตกต่างจากการทำนายอย่างไรและทำไมถึงเป็นเช่นนั้นโดยครูค่อยเดินให้คำแนะนำหากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเพื่อปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติของนักเรียน 2. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือ เรียน สสวท. ร่วมกันหาเหตุผลของคำถาม การต่อตัวต้านไฟฟ้ามีการลักษณะการต่อกี่แบบ อะไรบ้าง การต่อแต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร พร้อมเขียนอธิบายอย่างละเอียด แล้วบันทึกในกระบรู๊ฟ 3. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนสรุปให้เพื่อนในห้องฟัง โดยที่ครูคอยชี้แนะประเด็นสำคัญให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และเปิดโอกาสให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ถามในส่วนที่สงสัย
ขั้นสรุป	
Synthesis	1. ครูถามเพิ่มเติมว่า ในการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 , I ต่างกันหรือไม่ ผลรวมของ V_1 , V_2 เท่ากับ V หรือไม่ อย่างไร(กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 , I ไม่ต่างกัน และผลรวมของ V_1 , V_2 เท่ากับ V) 2. ครูถามเพิ่มเติมว่า ในการต่อตัวต้านทานแบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 เท่ากับ I หรือไม่ ต่างกันหรือไม่ ความต่างศักย์ V_1 , V_2 , V ต่างกันหรือไม่อย่างไร (ผลรวมของ I_1 , I_2 เท่ากับ I ไม่ต่างกัน และความต่างศักย์ของ V_1 , V_2 ,V ไม่ต่างกัน) 3. ให้นักเรียนเปิดหนังสือหน้าที่ 104 และ 105 แล้วทำความเข้าใจวิธีคิดคำนวณการต่อความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มเติม 4. ครูนำนักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการต่อความต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานจากรูป 



จนนำไปสู่สมการ

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R เป็น

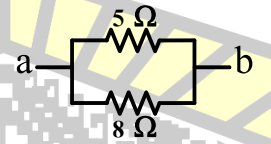
$$R_{\text{รวม}} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน n ตัว จะได้ความต้านทานสมมูล R เป็น

$$\frac{1}{R_{\text{รวม}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

พร้อมทั้งให้ตัวแทนนักเรียนอธิบาความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการอย่างละเอียด และยกตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่าง จงหาค่าความต้านทาน R_{ab} จากรูปต่อไปนี้



5. ให้นักเรียนทำใบที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

6. ให้นักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 6 พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

6. สื่อ

1. ใบงานที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน
2. ใบคำถาม เรื่อง การต่อตัวต้าน
3. ใบบันทึกผลการทดลอง
4. คลิปวีดีโอ ตามลิงค์ https://www.youtube.com/watch?v=ibaIH6NlUL0

7. การวัดและประเมินผล

วัตถุประสงค์	การวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้	การประเมินแบบทดสอบ	แบบประเมินคุณภาพผลงานของนักเรียนจากกระดาษบรู๊ฟ และใบงานที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2	คะแนนผลงานรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
1. นักเรียนสามารถทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้า วัดความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้าที่มีตัวต้านทานต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาค่าความต้านทาแบบอนุกรมและแบบขนานได้	การประเมินคุณภาพผลงานของนักเรียนและการประเมินแบบทดสอบ	แบบประเมินคุณภาพผลงานของนักเรียนจากกระดาษบรู๊ฟ และใบงานที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทานข้อที่ 3 และ ข้อที่ 4	คะแนนแบบฝึกหัดรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
1. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	การประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน	แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน	คะแนนพฤติกรรมระหว่างเรียนรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

8. แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. เอกสารประกอบการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

3.www.rmutphysics.com

4. www.trueplookpanya.com

9. อ้างอิง

หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2556.

10. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบระหว่างเรียน

.....

.....

วิธีแก้ปัญหา คือ

.....

.....

ข้อเสนอแนะจากการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

11. ความเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางศิรินทร์พร ชลารักษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่.....

ใบคำถามเรื่อง การต่อตัวต้านทาน

นักเรียนคิดว่า การต่อตัวต้านไฟฟ้ามีการลักษณะการต่อกี่แบบ อะไรบ้าง การต่อแต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร พร้อมเขียนอธิบาย

แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

กระแสไฟฟ้า			
ลักษณะการต่อตัวต้านทาน	I_1(A)	I_2(A)	I(A)
แบบอนุกรม			
แบบขนาน			
ความต่างศักย์			
ลักษณะการต่อตัวต้านทาน	V_1(v)	V_2(v)	V(v)
แบบอนุกรม			
แบบขนาน			

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ใบงานที่ 6

1. ถ้านักเรียนมีหลอดไฟจำนวน 4 หลอด ทุกหลอดมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ นักเรียนจะต้องต่อวงจรอย่างไร เพื่อให้ได้ความสว่างมากที่สุดและเหมาะสำหรับการต่อหลอดไฟฟ้าในบ้านมากที่สุด เพราะอะไร

ก. แบบอนุกรม ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม ง. แบบใดก็ได้

เพราะ.....

.....

2. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมลักษณะของกระแสไฟฟ้า I, I_1 และ I_3 ต่างกันหรือไม่ ผลรวมของ V_1 และ V_2 เท่ากับ V_{ab} หรือไม่ กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันแบบใด จงอธิบาย

ก. กระแสไฟฟ้า $I = I_1 = I_3$ ความต่างศักย์ $V_{ab} \neq V_1 + V_2$ แปรผันตรง

ข. กระแสไฟฟ้า $I = I_1 = I_3$ ความต่างศักย์ $V_{ab} = V_1 + V_2$ แปรผันตรง

ค. กระแสไฟฟ้า $I \neq I_1 \neq I_3$ ความต่างศักย์ $V_{ab} = V_1 + V_2$ แปรผกผัน

ง. กระแสไฟฟ้า $I \neq I_1 \neq I_3$ ความต่างศักย์ $V_{ab} \neq V_1 + V_2$ แปรผกผัน

เพราะ.....

.....

3. ให้นักเรียนคำนวณหาค่าความต้านทาน R_{ab} จากรูป

ก. 330 Ω ข. 300 Ω

ค. 180 Ω ง. 165 Ω

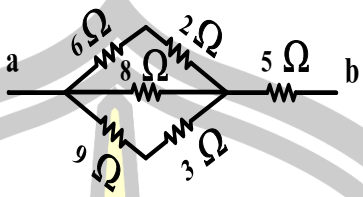
เพราะ.....

.....

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

4. ให้นักเรียนคำนวณหาค่าความต้านทาน R_{ab} จากรูป



ก. 10 Ω ข. 8 Ω

ค. 6 Ω ง. 4 Ω

เพราะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินใบงานที่ 6

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

ข้อที่	เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคุณภาพ				รวม คะแนน	ผ่านเกณฑ์ 60%	
			4	3	2	1		ผ	มผ
1									
2									
3									
4									

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 6

ข้อที่	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1	คำตอบ ข. เหตุผล 1. ทำให้ความต้านทานรวมไฟฟ้าในวงจรลดลง 2. ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก 3. ถ้าหากมีหลอดใดหลอดหนึ่งดับหลอดที่เหลือก็ยังส่องสว่างต่อได้	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด
2	คำตอบ ข. เหตุผล 1. กระแสไฟฟ้าในวงจรเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว 2. ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านที่ต่อแบบอนุกรมเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัว	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด

ข้อที่	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
	3. เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ให้กับวงจรไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มมากขึ้นตาม			
3	คำตอบ ง. เหตุผล 1. เขียนสูตรในการคำนวณ 2. แทนค่าลงในสูตรการคำนวณ 3. คำนวณค่าได้คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ข. หรือค. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ก. ข. หรือ ค. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด
4	คำตอบ ข. เหตุผล 1. เขียนสูตรในการคำนวณ 2. แทนค่าลงในสูตรการคำนวณ 3. คำนวณค่าได้คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ข. เหตุผล ให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ค.หรือ ง. เหตุผล ให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด

แบบประเมินผลงานนักเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การต่อต้านทาน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน		สรุปผลการประเมิน 70 %	
		ความถูกต้องของชิ้นงาน	รายละเอียดของผลงาน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ

.....

เกณฑ์การประเมินผลงาน

หัวข้อ	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
ความถูกต้องของชิ้นงาน	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่ครูกำหนดให้ปฏิบัติในห้องเรียน ได้ครบถ้วน และถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่ครูกำหนดให้ปฏิบัติในห้องเรียน ได้ครบถ้วน และถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่ครูกำหนดให้ปฏิบัติในห้องเรียน ได้ครบถ้วน และถูกต้องเป็นส่วนน้อย	นักเรียนไม่ทำงานเลย
รายละเอียดของผลงาน	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของชิ้นงานได้อย่างละเอียด และครบถ้วน	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของชิ้นงานได้อย่างละเอียด และครบถ้วนบางส่วน	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของชิ้นงานได้อย่างละเอียด และครบถ้วนเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่ทำงานเลย

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน		รวม คะแนน	สรุปผลการประเมิน 70 %	
		ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	มีความมุ่งมั่นการทำงาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกมลภัทร พึ่งปาน)

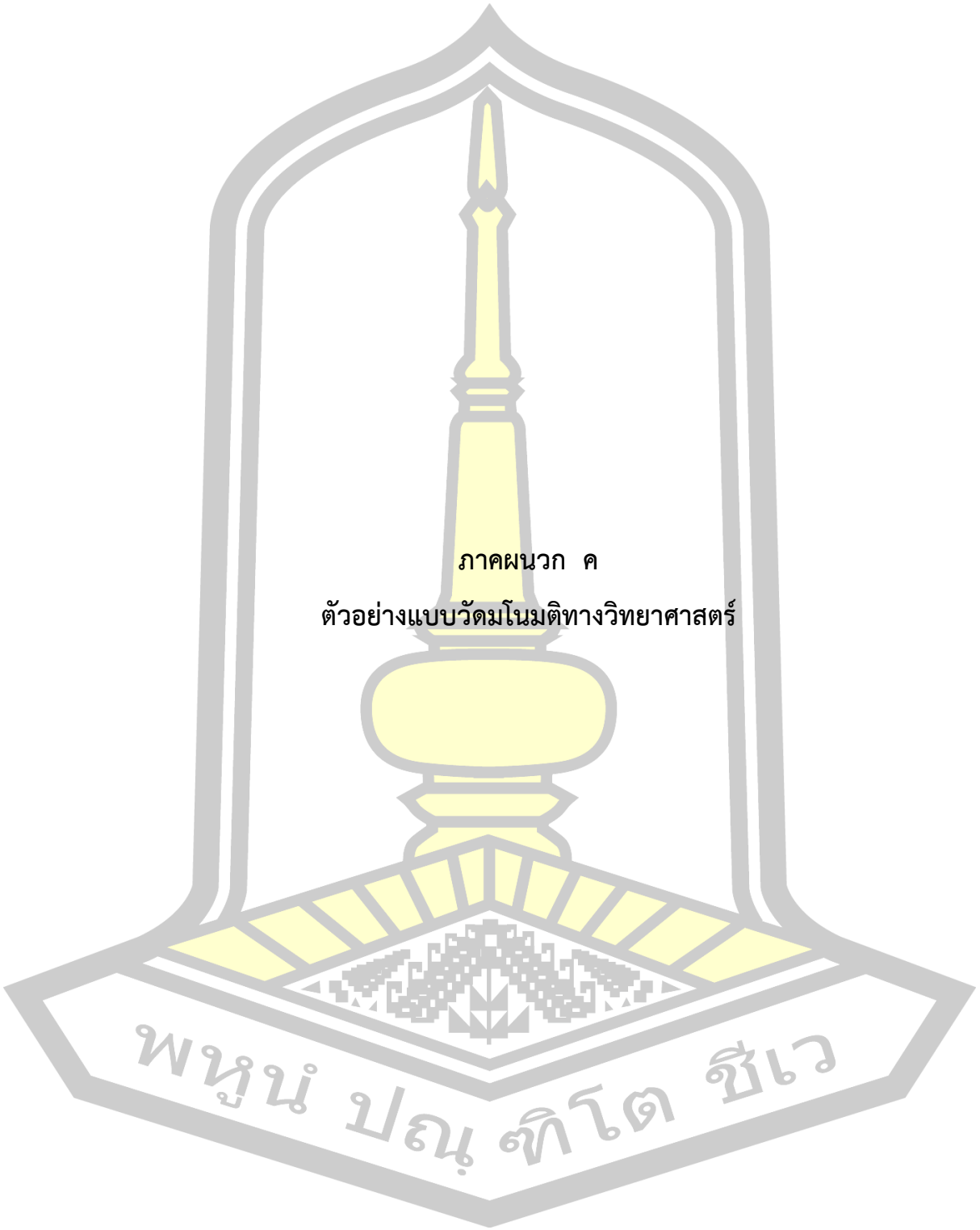
นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียน

หัวข้อ	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการปรึกษาหารือและให้ความร่วมมือช่วยกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มมีส่วนร่วมในการปรึกษาหารือและให้ความร่วมมือช่วยกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มไม่มีส่วนร่วมในการปรึกษาหารือและไม่ให้ความร่วมมือช่วยกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	นักเรียนในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเลย
มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มมีความตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนส่วนมากในกลุ่มไม่มีความตั้งใจทำงานและได้รับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนในกลุ่มไม่ตั้งใจทำงานหรือไม่ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มุ่งที่จะวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 4 ข้อ

เกณฑ์การให้คะแนน

ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)	ได้ 3 คะเนน
ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)	ได้ 2 คะเนน
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS)	ได้ 1 คะเนน
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)	ได้ 0 คะเนน
ความไม่เข้าใจ(No Understanding : NU)	ได้ 0 คะเนน

1. ข้อใดคือความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้า จงอธิบาย

ก. แรงดันประจุไฟฟ้า ข. แรงดันไฟฟ้าในวงจร

ค. พลังงานไฟฟ้าในวงจร ง. พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

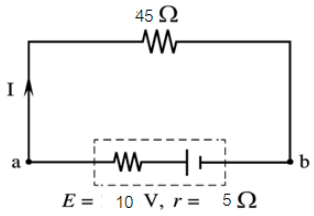
เพราะ

.....

.....

.....

2. แบตเตอรี่ก้อนหนึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 10 โวลต์ และความต้านทานภายใน 5 โอห์ม ต่อกับตัวต้านทาน 45 โอห์ม จงหาความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่



ก. 11 โวลต์ ข. 10 โวลต์

ค. 9 โวลต์ ง. 8 โวลต์

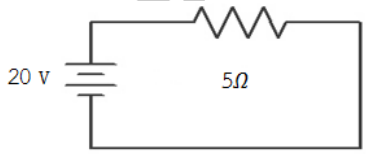
เพราะ

.....

.....

.....

3. จากรูปวงจรข้างล่างให้นักเรียนทำการคำนวณหากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าว่ามีเท่าใดและให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดค่ากำลังไฟฟ้าจะมีผลสัมพันกับความต่างศักย์และความต้านทานอย่างไร



ก. 80 วัตต์ ข. 60 วัตต์

ค. 40 วัตต์ ง. 20 วัตต์

เพราะ

.....

.....

4. ถ้านักเรียนมีหลอดไฟจำนวน 4 หลอด ทุกหลอดมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ นักเรียนจะต้องต่อวงจรอย่างไร เพื่อให้ได้ความสว่างมากที่สุดและเหมาะสำหรับการต่อหลอดไฟฟ้าในบ้านมากที่สุด เพราะอะไร

ก. แบบอนุกรม ข. แบบขนาน

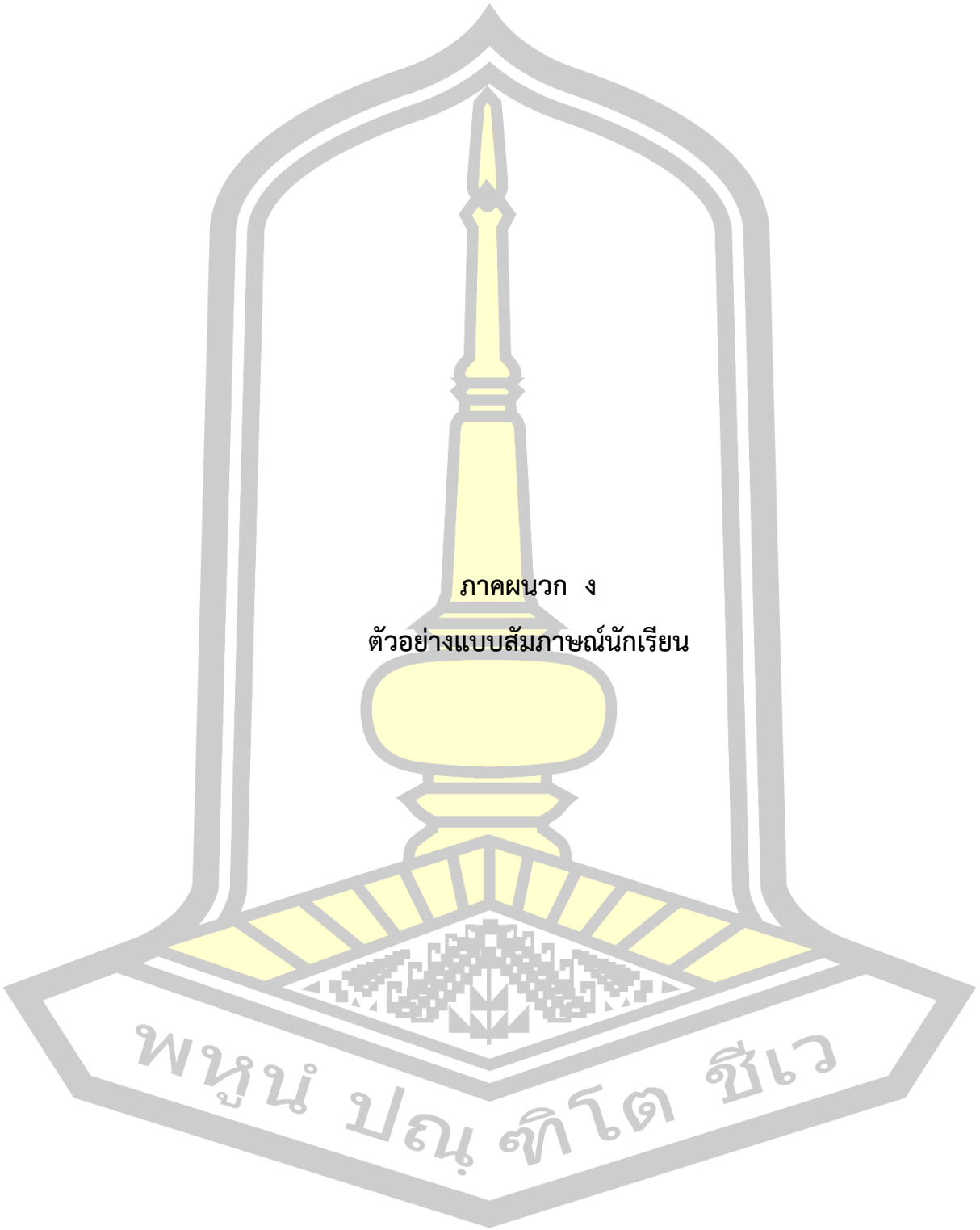
ค. แบบผสม ง. แบบใดก็ได้

เพราะ

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Discuss-Synthesis (PODS)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อนักเรียน.....ชั้น..... .....เลขที่

จัดกิจกรรมการเรียนรู้วันที่.....เดือน..... .....พ.ศ.....

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (วงรอบปฏิบัติการที่ 2)

นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการต่อวงจรในชีวิตประจำวันของเรานั่นต้องอาศัยความรู้ในหลายด้านเพื่อนำมาเป็นส่วนประกอบในการที่จะสามารถต่อวงจรไฟฟ้าหนึ่งๆขึ้นมาได้ เพื่อใช้ในการประยุกต์ต่อไป

คำถาม แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

คำถาม ในการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปสู่อุปกรณ์ต่างๆ ความต้านทานภายนอกของแบตเตอรี่ควรจะเป็นอย่างไร

.....

.....

คำถาม พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

คำถาม จริงหรือไม่ที่ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่จะไหลจากขั้วลบไปสู่ขั้วบวกเสมอ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

.....

.....

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการเรียนในครั้งนี้ เพราะอะไร

.....

.....

2. กิจกรรมใดที่นักเรียนชอบมากที่สุด เพราะอะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ Predict ☐ Discuss

☐ Observe ☐ Synthesis

.....

.....

3. กิจกรรมใดที่นักเรียนไม่ชอบมากที่สุด เพราะอะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ Predict ☐ Discuss

☐ Observe ☐ Synthesis

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าควรจะมีอะไรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

ด้านครูผู้สอน

1. นักเรียนคิดว่าการสอนของครูเป็นอย่างไร

.....

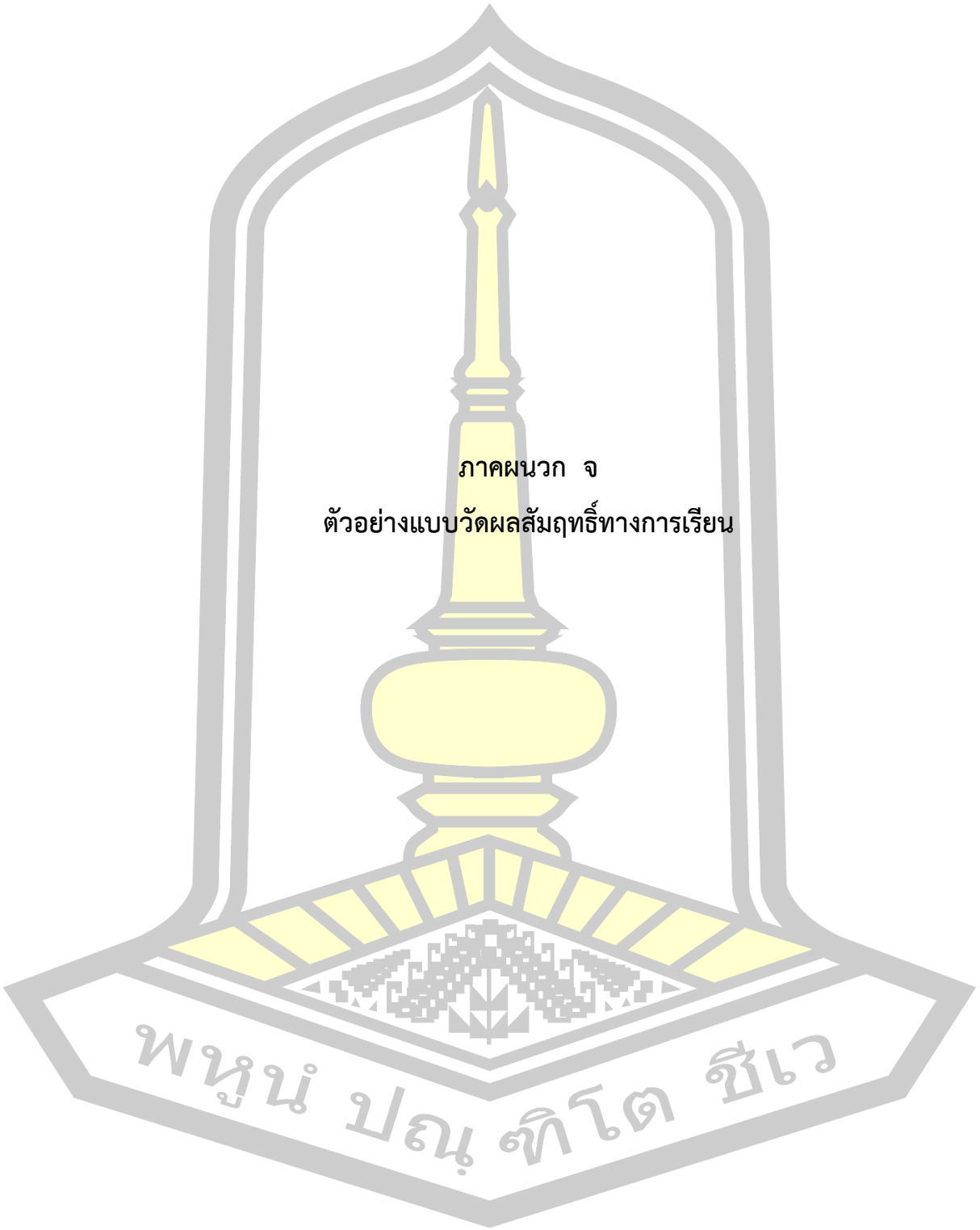
.....

2. สิ่งที่นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงคืออะไร

.....

.....

พหุนิพนธ์ ศโต ชีเว



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2/2561

คำชี้แจง

1. ระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 เรื่อง ไฟฟ้า-แม่เหล็ก
3. การตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบที่กาหนดให้
4. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำแบบทดสอบส่งพร้อม กระดาษคำตอบให้กับผู้ควบคุมสอบและไม่อนุญาตให้นักเรียนนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ

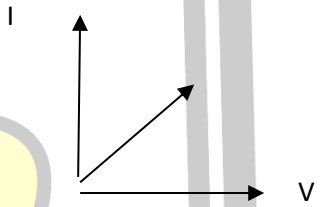
1. จะต้องใช้ความต่างศักย์เท่าใดต่อกับตัวต้านทาน 1 เมกะโอห์ม เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทาน 1 มิลลิแอมแปร์

ก. $1x10^{9}$ ข. $1x10^{6}$ ค. $1x10^{3}$ ง. $1x10^{-3}$

2. จากกฎของโอห์ม ถ้าต้องการลดค่ากระแสไฟฟ้า ข้อใดผิด?

ก. ลดกระแสไฟฟ้าโดยตรง
ข. ลดความความต้านทานไฟฟ้า
ค. เพิ่มความต้านทานไฟฟ้า
ง. เพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า

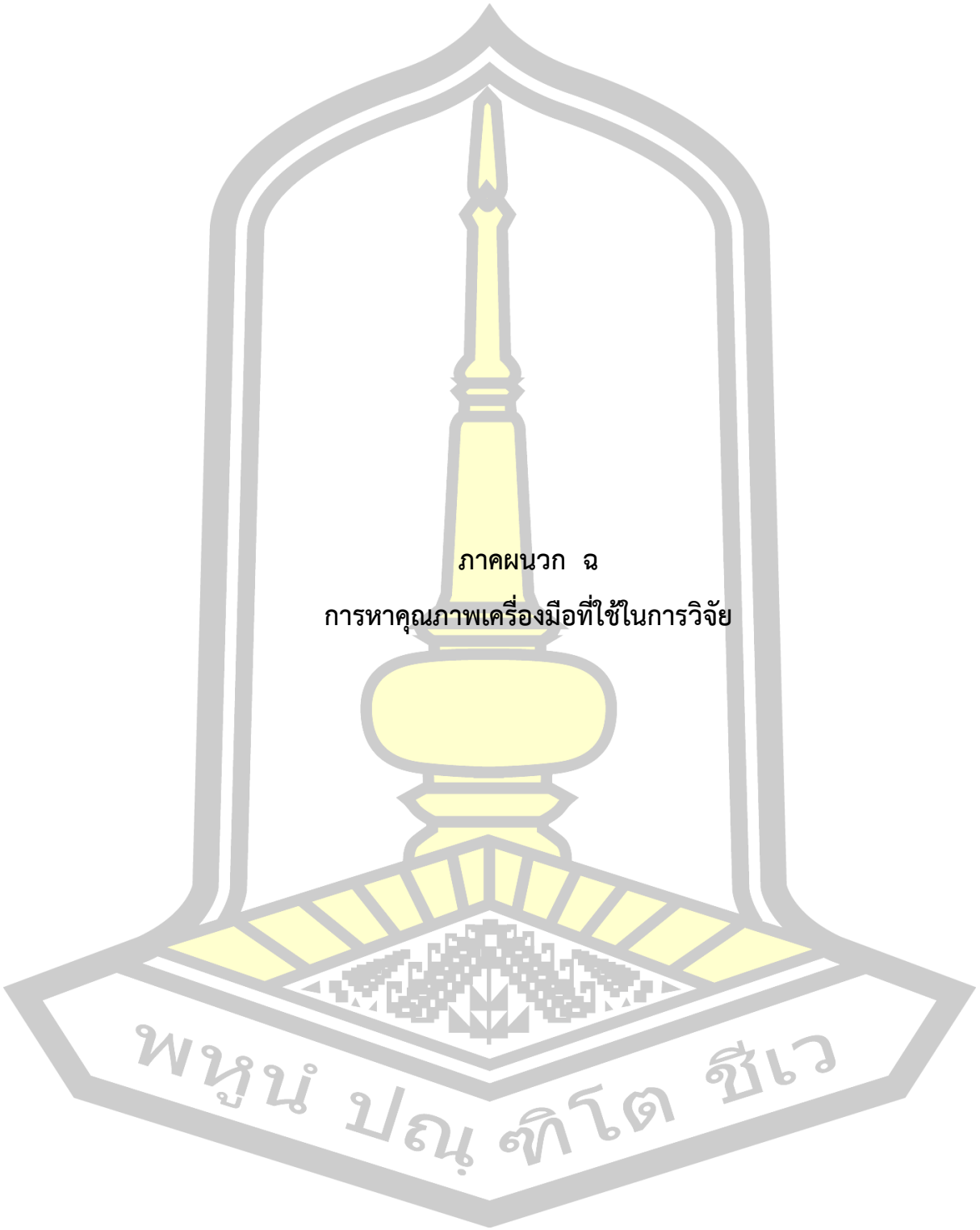
3. สมการของกราฟด้านล่าง คือข้อใด



ก.I=(slope)V ข.V=(slope)I+h
ค. I = (slope)V + h ง. I = (slope)V - h

4. ถ้าวางเข็มทิศที่จังหวัด มหาสารคาม จะชี้ไปทิศใด

ก. เหนือ ข. ตะวันออก ค. ใต้ ง. ตะวันตก



ภาคผนวก ฉ

การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 3 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง กระแสไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
2	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
3	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
4	5	4	4	4	4	21	4.2	มาก
5	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
6	4	5	4	4	5	22	4.4	มาก
7	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
8	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
9	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
10	4	5	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
11	5	5	4	4	4	22	4.4	มาก
12	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
13	4	4	5	5	5	23	4.6	มากที่สุด
14	4	5	4	4	5	22	4.4	มาก
15	5	5	4	5	4	23	4.6	มากที่สุด
16	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
17	4	4	4	5	4	21	4.2	มาก
18	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
19	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
20	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
21	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
22	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
23	5	4	4	5	5	23	4.6	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย							4.59	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 4 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4	4	5	4	4	21	4.2	มาก
2	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
3	4	4	5	4	5	22	4.4	มาก
4	5	4	4	4	4	21	4.2	มาก
5	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
6	4	5	4	5	5	23	4.6	มากที่สุด
7	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
8	4	5	5	4	4	22	4.4	มาก
9	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
10	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
11	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
12	4	5	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
13	4	4	4	5	5	22	4.4	มาก
14	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
15	5	4	4	4	4	21	4.2	มาก
16	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
17	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
18	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
19	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
20	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
21	4	5	5	4	4	22	4.4	มาก
22	5	4	5	4	4	22	4.4	มาก
23	5	4	4	5	4	22	4.4	มาก
รวมเฉลี่ย							4.54	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 5 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	4	4	23	4.6	มากที่สุด
2	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
3	4	4	5	4	5	22	4.4	มาก
4	5	4	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
5	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
6	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
7	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
8	5	5	5	4	4	23	4.6	มากที่สุด
9	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
10	4	5	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
11	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
12	4	5	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
13	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
14	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
15	5	5	4	4	4	22	4.4	มาก
16	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
17	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
18	5	5	5	4	4	23	4.6	มากที่สุด
19	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
20	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
21	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
22	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
23	5	4	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย							4.67	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 6 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	4	5	4	4	22	4.4	มาก
2	4	4	5	5	5	23	4.6	มากที่สุด
3	4	4	5	4	5	22	4.4	มาก
4	5	4	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
5	4	5	4	5	5	23	4.6	มากที่สุด
6	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
7	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
8	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
9	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
10	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
11	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
12	4	5	5	4	4	22	4.4	มาก
13	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
14	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
15	5	5	4	4	4	22	4.4	มาก
16	5	4	4	4	5	22	4.4	มาก
17	4	4	4	5	4	21	4.2	มาก
18	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
19	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
20	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
21	4	5	4	4	5	22	4.4	มาก
22	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
23	5	4	4	5	4	22	4.4	มาก
รวมเฉลี่ย							4.62	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 7 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานและกำลังไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
2	4	4	5	5	5	23	4.6	มากที่สุด
3	4	4	5	4	4	21	4.2	มาก
4	5	5	4	5	4	23	4.6	มากที่สุด
5	4	4	4	5	5	22	4.4	มาก
6	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
7	5	5	5	4	4	23	4.6	มากที่สุด
8	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
9	5	5	4	5	4	23	4.6	มากที่สุด
10	4	5	4	4	4	21	4.2	มาก
11	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
12	4	5	5	4	4	22	4.4	มาก
13	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
14	4	5	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
15	5	5	4	5	4	23	4.6	มาก
16	5	4	4	4	5	22	4.4	มาก
17	4	4	4	5	4	21	4.2	มาก
18	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
19	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
20	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
21	4	5	4	5	5	23	4.6	มากที่สุด
22	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
23	5	4	4	5	4	22	4.4	มาก
รวมเฉลี่ย							4.56	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 8 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	4	4	4	5	22	4.4	มาก
2	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
3	4	4	4	4	4	20	4	มาก
4	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
5	4	4	4	5	5	22	4.4	มาก
6	5	5	5	4	5	24	4.8	มากที่สุด
7	5	4	4	4	4	21	4.2	มาก
8	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
9	5	4	4	5	4	22	4.4	มาก
10	4	5	4	4	4	21	4.2	มาก
11	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
12	4	5	4	4	4	21	4.2	มาก
13	4	4	5	5	5	23	4.6	มากที่สุด
14	4	5	4	4	5	22	4.4	มาก
15	5	4	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
16	5	5	4	4	5	23	4.6	มากที่สุด
17	4	4	5	5	4	22	4.4	มาก
18	5	5	4	4	5	23	4.6	มากที่สุด
19	5	4	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
20	5	5	4	4	5	23	4.6	มากที่สุด
21	4	4	5	5	5	23	4.6	มากที่สุด
22	5	5	4	4	5	23	4.6	มากที่สุด
23	5	4	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย							4.53	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4	4	4	4	5	21	4.2	มาก
2	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
3	4	4	4	4	4	20	4	มาก
4	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
5	4	4	4	4	5	21	4.2	มาก
6	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
7	4	4	4	4	4	20	4	มาก
8	5	5	5	5	4	24	4.8	มากที่สุด
9	4	4	4	4	4	20	4	มาก
10	5	5	4	5	4	23	4.6	มากที่สุด
11	4	4	5	4	5	22	4.4	มาก
12	5	5	4	5	4	23	4.6	มากที่สุด
13	4	4	5	4	5	22	4.4	มาก
14	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
15	4	4	5	4	4	21	4.2	มาก
16	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
17	4	4	5	4	4	21	4.2	มาก
18	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
19	4	4	5	4	5	22	4.4	มาก
20	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
21	4	4	5	4	5	22	4.4	มาก
22	5	5	4	5	5	24	4.8	มากที่สุด
23	4	4	5	4	4	21	4.2	มาก
รวมเฉลี่ย							4.5	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 10 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4	5	4	5	5	23	4.6	มากที่สุด
2	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
3	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
4	5	4	5	4	4	22	4.4	มาก
5	4	5	4	5	5	23	4.6	มากที่สุด
6	5	4	5	4	5	23	4.6	มากที่สุด
7	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
8	5	4	5	4	4	22	4.4	มาก
9	4	5	4	5	4	22	4.4	มาก
10	5	4	4	4	4	21	4.2	มาก
11	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
12	5	4	4	4	4	21	4.2	มาก
13	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
14	5	4	4	4	5	22	4.4	มาก
15	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
16	5	4	4	4	5	22	4.4	มาก
17	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
18	5	4	4	4	5	22	4.4	มาก
19	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
20	5	4	4	4	5	22	4.4	มากที่สุด
21	4	5	5	5	5	24	4.8	มากที่สุด
22	5	4	4	4	4	21	4.2	มาก
23	4	5	5	5	4	23	4.6	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย							4.52	
ระดับคุณภาพ							มากที่สุด	

ตาราง 11 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
กระแสไฟฟ้า	1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
กฎของโอห์มและความ ต้านทาน	4	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	5	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	7	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
พลังงานและกำลังไฟฟ้า	9	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
การต่อตัวต้านทาน	10	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
เครื่องวัดไฟฟ้า	11	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	13	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
	15	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ตาราง 12 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	คำถามข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ค่า IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	1	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2. คำถามเกี่ยวกับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้	2	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
3. คำถามเกี่ยวกับครูผู้สอน	3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 13 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 30 ข้อ

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 14 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 30 ข้อ

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
28	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 15 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 30 ข้อ

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	ระดับความสอดคล้อง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
28	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก ช

ตัวอย่างภาพในการวิจัย

ภาพที่ 1 เป็นในขั้นการสอนในการ ทำนาย (Predict) เนื้อหาก่อนการทำการทดลอง

ภาพที่ 2 เป็นขั้นของการสังเกต (Observe:O) จากการทำการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่นักเรียนได้ทำนายและผลจากการทดลองมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

ภาพที่ 3 เป็นภาพการทำกิจกรรมในขั้นของการอภิปราย (Discuss :D) ให้นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อยหลังจากการทำการทดลอง เพื่อร่วมกันอภิปรายถึงความเหมือนและความแตกต่างของผลการทดลองและการทำนาย

ภาพที่ 4 เป็นภาพในการทำกิจกรรมในขั้นของการสังเคราะห์ (Synthesis :S) หลังจากกิจกรรมการเรียนรู้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายกมลภัทร พึ่งปาน
วันเกิด	วันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ 2538
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	133 หมู่ 9 ตำบลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ 33150
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนขุนหาญวิทยาสรรค์ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2562 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว