การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)

วิทยานิพนธ์

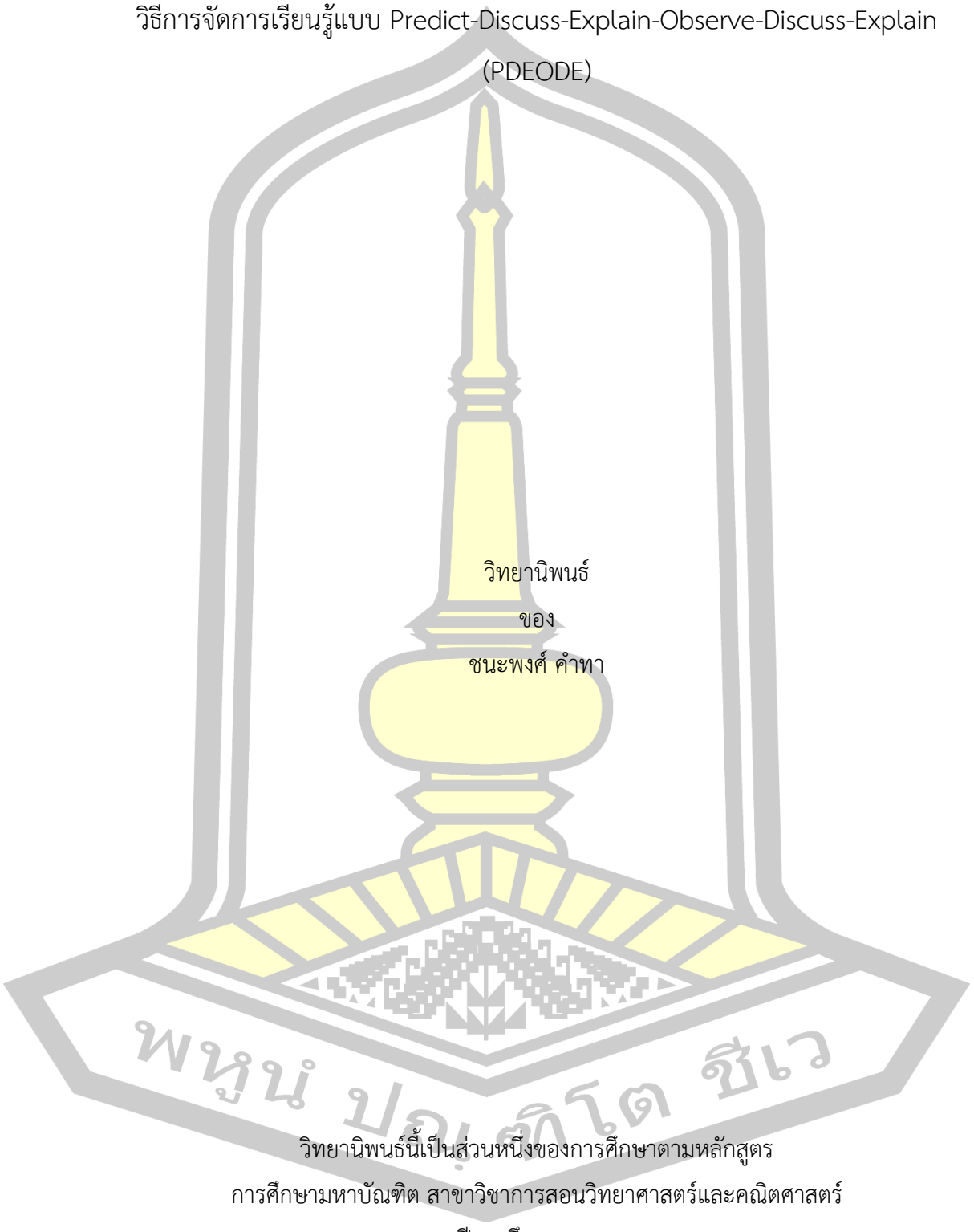
ของ

ชนะพงศ์ คำทา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)



วิทยานิพนธ์

ของ

ชนะพงศ์ คำทา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Scientific Concept of Mathayomsuksa 5 Students by Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) Learning Method

Chanapong Khumtha

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

Academic Year 2017

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนาย ชนะพงศ์ คำทา แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. วราพร เอราวรรณ์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมาน เอกพิมพ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....

(ผศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วัน.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)

ผู้วิจัย ชนะพงศ์ คำทา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีการศึกษา** 2560

บทคัดย่อ

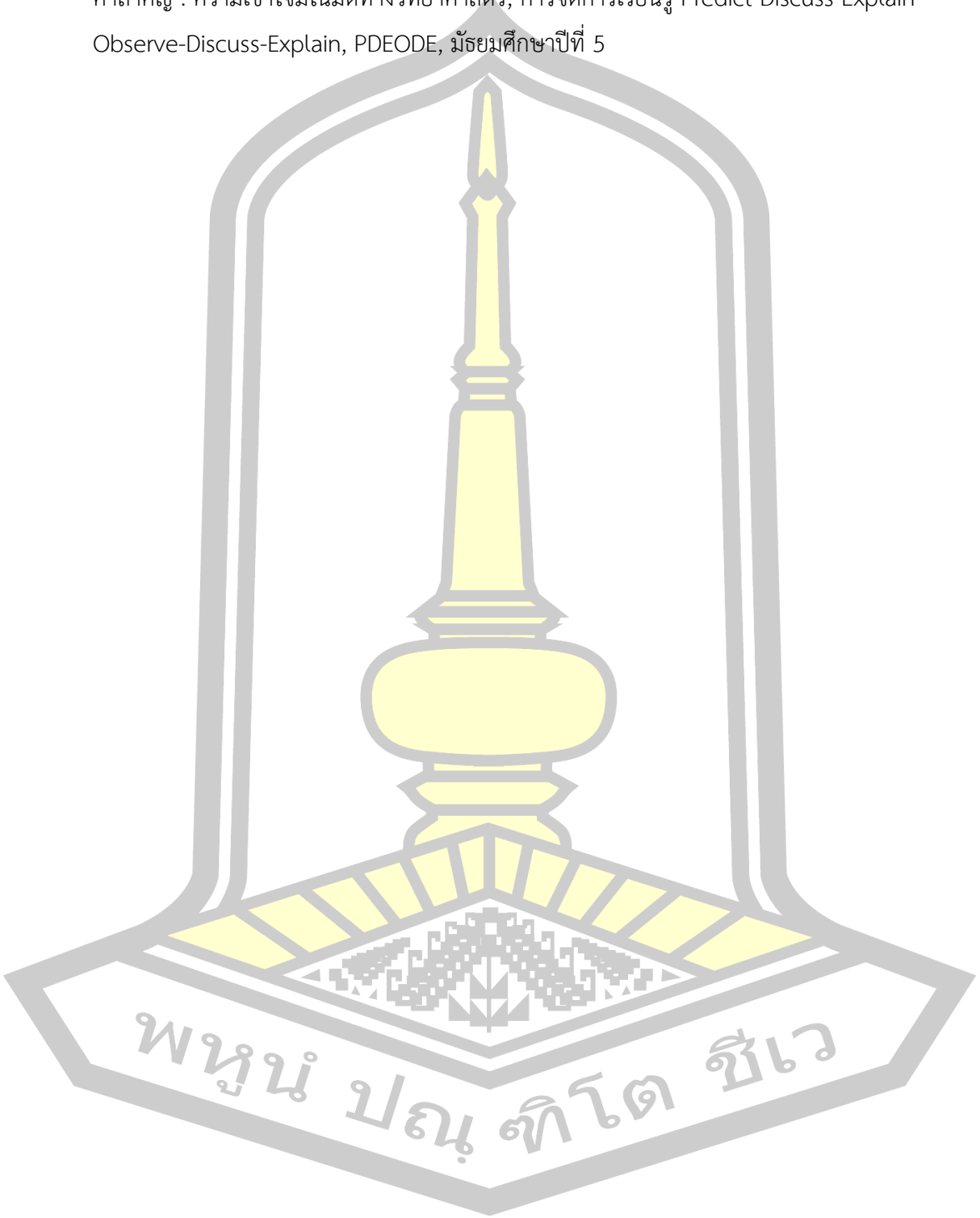
การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) ให้อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวนนักเรียน 18 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดำเนินการ 2 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ (PDEODE) จำนวน 8 แผน 2. แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 15 ข้อ และ 3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ คือ มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เมื่อพิจารณาแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือความเข้าใจที่สมบูรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67

วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือความเข้าใจที่สมบูรณ์ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00

คำสำคัญ : ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain, PDEODE, มัธยมศึกษาปีที่ 5



TITLE Development of Scientific Concept of Mathayomsuksa 5 Students by Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) Learning Method

AUTHOR Chanapong Khumtha

ADVISORS Dr. Kanyarat Sonsupap , Ph.D.

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

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2017

ABSTRACT

The purpose of this research was to improve scientific concepts understanding of Mathayomsuksa 5 students by Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) learning method, in order to achieve partial understanding or complete understanding levels. The target group was 18 mathayomsuksa 5/5 students Sarakhampittayakhom School, Thailand, studied in the second semester of academic year 2017. Action Research was conducted in this research which were 2 cycles. The research instruments were: 1. eight lesson plans using Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain learning method 2. the multiple choice test with rationale explanation containing 15 questions on electricity and 3. the semi-structured interview.

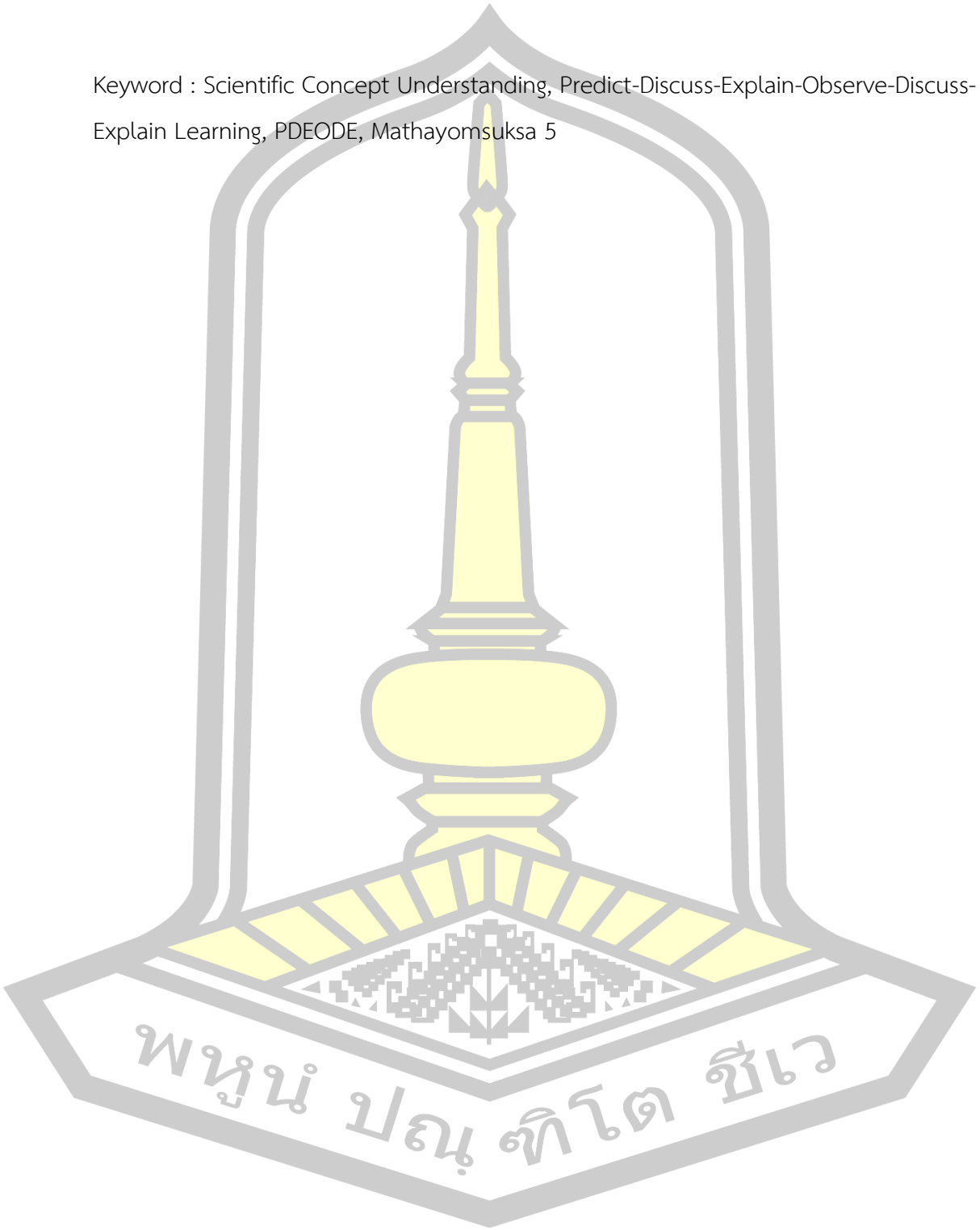
The research showed that all of students had scientific concepts understanding on partial understanding or complete understanding levels in the second cycle. When considering each action cycle, it was found as follows:

In the first cycle, 12 students (66.67%) had scientific concepts understanding on partial understanding or complete understanding levels.

In the second cycle, all 18 students (100.00%) had scientific

concepts understanding on partial understanding or complete understanding levels.

Keyword : Scientific Concept Understanding, Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain Learning, PDEODE, Mathayomsuksa 5



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรณ กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ กำลังใจ ตลอดจนดูแลเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องส่วนต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในอนาคตต่อไป ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ นายพรชัย ปานอุทัย นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ และนางพิกุล พรมสาเพชร ที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัย และได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นายเกษม ไชยรัตน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนสารคามพิทยาคม ทุกท่านที่ให้กำลังใจส่งเสริมและช่วยให้ข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณครูศิรินทร์พร ชลารักษ์ และพี่น้องครอบครัวชาวสารคามพิทยาคมและเพื่อนๆทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุนช่วยเหลือตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงได้จากวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชนะพงศ์ คำทา

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 6

บริบทโรงเรียนสารคามพิทยาคม 11

มโนมติ 12

ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism 22

การจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE 24

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ 29

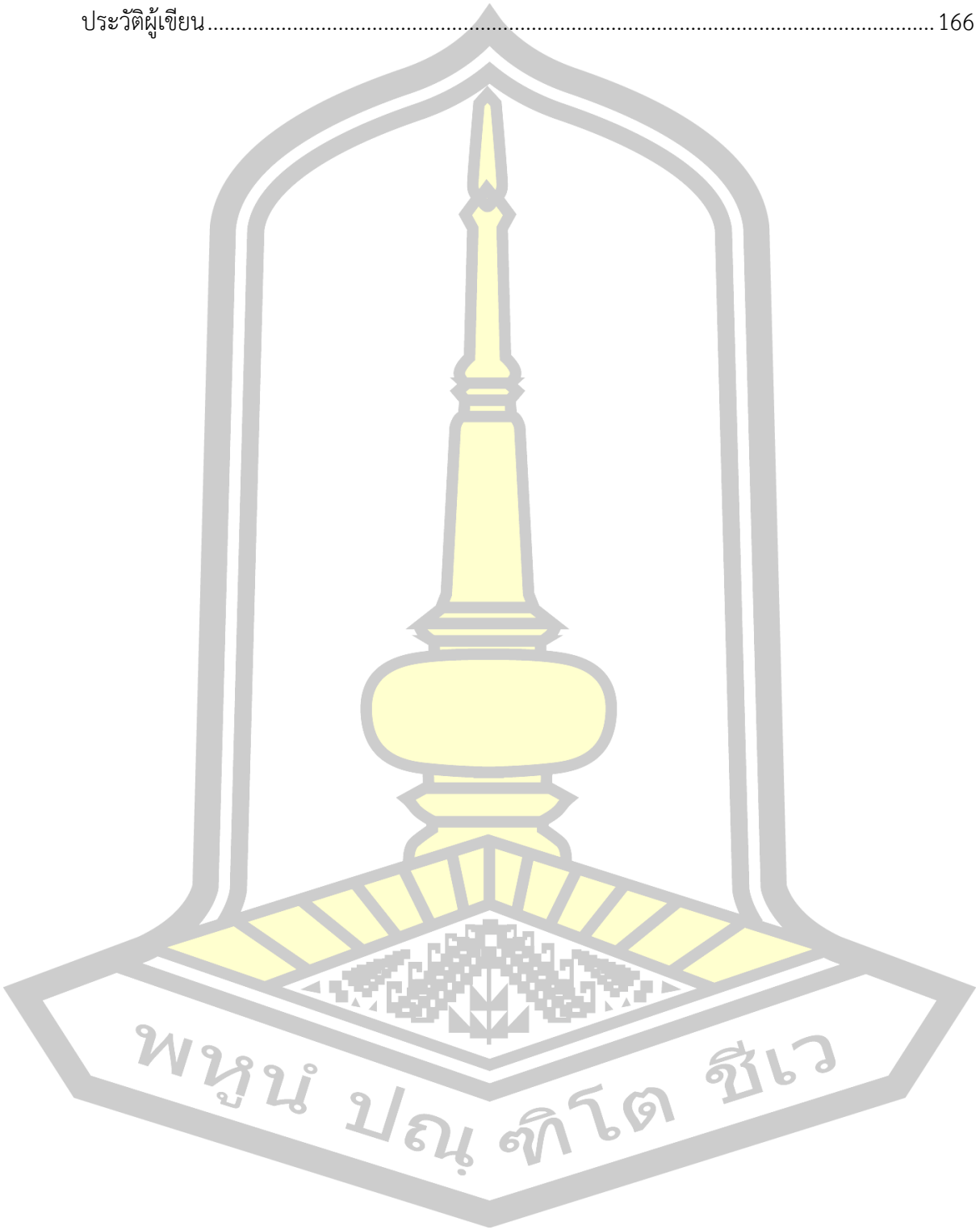
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35

กรอบแนวคิดในการวิจัย 38

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 39
กลุ่มเป้าหมาย 39
ขั้นตอนดำเนินงาน 44
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 47
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 48
การเก็บรวบรวมข้อมูล 65
การวิเคราะห์ข้อมูล 66
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 66
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 68
ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 68
ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ 71
ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ 83
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 86
ความมุ่งหมายของการวิจัย 86
สรุปผล 86
อภิปรายผล 87
ข้อเสนอแนะ 92
บรรณานุกรม 93
ภาคผนวก 99
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ 100
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE 108
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ 138
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน 148
ภาคผนวก จ การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 151

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างภาพ 162

ประวัติผู้เขียน 166



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 41

ตารางที่ 2 การศึกษาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 18 คน 42

ตารางที่ 3 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 43

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 49

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 2 53

ตารางที่ 6 รายละเอียดการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส 57

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออก และที่ต้องใช้จริง หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส 60

ตารางที่ 8 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 69

ตารางที่ 9 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 70

ตารางที่ 10 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 72

ตารางที่ 11 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 73

ตารางที่ 12 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 78

ตารางที่ 13 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 79

ตารางที่ 14 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2 80

ตารางที่ 15 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 6 คน ระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 82

ตารางที่ 16 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ 83

ตารางที่ 17 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระแสไฟฟ้า..... 152

ตารางที่ 18 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน..... 153

ตารางที่ 19 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า..... 154

ตารางที่ 20 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์..... 155

ตารางที่ 21 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานและกำลังไฟฟ้า. 156

ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การต่อตัวต้านทาน 157

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า..... 158

ตารางที่ 24 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย..... 159

ตารางที่ 25 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้.. 160

ตารางที่ 26 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 161

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนผังการสร้างมโนมติของ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ 17

ภาพที่ 2 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart 32

ภาพที่ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan & Brannick 33

ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย 38

ภาพที่ 5 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ 47

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมโลกในปัจจุบันเป็นสังคมแห่งฐานความรู้และความรู้เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา ดังนั้นการเรียนรู้เป็นเรื่องที่สำคัญมากโดยเฉพาะการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีต่างๆ การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศและมีบทบาทต่อชีวิตมนุษย์ในชีวิตประจำวันในทุกๆด้าน ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นพื้นฐานการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ซาบซึ้ง และเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายๆด้านเป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิตมีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืนสามารถกล่าวได้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติโดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 6) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจะต้องเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้นำไปสู่ความเข้าใจในมโนมติต่างๆทางวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อความรู้นั้นเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองโดยเฉพาะบุคคลและผู้เรียนจะมีความเข้าใจในมโนมติต่างๆมากขึ้น ถ้าผู้เรียนได้มีโอกาสใช้ประโยชน์จากความเข้าใจมโนมติที่มีอยู่ไปอภิปรายลักษณะทางกายภาพของสถานการณ์ต่างๆ และใช้แก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งได้ (นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. 2548: 152-164)

วิชาฟิสิกส์เป็นอีกหนึ่งวิชาทางวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาประเทศแต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ยังมีลักษณะครูเป็นศูนย์กลางมุ่งเน้นผลสุดท้าย คือการจดจำสมการคณิตศาสตร์และการนำไปแก้โจทย์ปัญหาครูส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการสอนโดยเฉพาะทางด้านการคำนวณ โดยไม่มีการสอนความรู้ความเข้าใจสอดคล้องกับมโนมติในวิชาฟิสิกส์เรื่องนั้นๆ อย่างแท้จริงโดยข้ามขั้นตอนที่จะให้นักเรียนมีความซึมทราบมโนมติทางฟิสิกส์เรื่องนั้นๆ (นิคม ทองบุญ. 2542: 3) การเรียนการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันจึงยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจการที่มีมโนมติในวิชาฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนสามารถส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์

ด้วยซึ่งสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (2551: 3-9) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้ผลต้องมุ่งอยู่ที่การสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะการคิด ในการสร้างองค์ความรู้และกำหนดโครงสร้างทางความรู้ของนักเรียนเอง

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือ เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือ ได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ จนเรียนรู้และสรุปเป็นความเข้าใจเรื่องนั้นๆ ของแต่ละบุคคล มโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อเนื่องกันระหว่างมโนมติหนึ่งๆ ซึ่งทำให้เกิดมโนมติหลายๆมโนมติที่นำมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล มโนมติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ผู้ศึกษาจะเข้าใจตรงกันและช่วยให้เข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. 2537: 24)

ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งคือ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งเป็นบทเรียนที่บรรจุอยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในเรื่องไฟฟ้ากระแสนั้นถือได้ว่านักเรียนมีความคุ้นเคยในชีวิตประจำวันอยู่แล้ว ซึ่งจะศึกษาถึงปรากฏการณ์และกฎต่างๆที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแส นำความรู้ในเรื่องไฟฟ้ากระแสนี้มาทำการสร้างอุปกรณ์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น โทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์หรือแม้แต่การขนส่ง เช่น รถไฟฟ้า ก็นำความรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มาอาศัยเป็นความรู้ในการพัฒนาระบบให้มีความทันสมัยมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกสบายแก่มนุษย์ยิ่งขึ้นและถือได้ว่าเรื่องไฟฟ้ากระแสเป็นเรื่องที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศอีกด้วย ดังนั้นการศึกษาเรื่องไฟฟ้ากระแสจึงจำเป็นอย่างยิ่ง

จากการที่ผู้วิจัยได้ไปสังเกตการสอน สัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง และใช้แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส กับนักเรียนที่โรงเรียนสารคามพิทยาคม ในปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่จัดการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยทำการสังเกตการเรียนการสอนในห้องเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ในห้องไม่สามารถตอบคำถามและอธิบายหลักการในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้ อีกทั้งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนยังขาดกิจกรรมที่เหมาะต่อการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เท่าที่ควร ทำให้นักเรียนไม่มีความสนใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นผลให้ไม่เข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ไม่สามารถเข้าใจในรายวิชาฟิสิกส์อย่างถ่องแท้ จากการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง กล่าวว่านักเรียนไม่สนใจเรียนเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยาก สูตรและสมการเยอะ รวมถึงบรรยากาศในห้องเรียนที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น จำนวนอุปกรณ์การทดลองไม่พอใช้ จำนวนโต๊ะเก้าอี้ ที่ไม่พอใช้ และเรื่องไฟฟ้ากระแสนักเรียนมองไม่เห็นเนื่องจากไฟฟ้าไม่สามารถมองเห็นได้ ทำให้นักเรียนไม่สนใจที่จะเรียน และจากการวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำ

ผู้วิจัยได้ค้นหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนที่เพิ่มมากขึ้น โดยในปัจจุบันมีวิธีการสอนที่หลากหลายผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อจะนำมาใช้แก้ปัญหา พบว่าวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มมากขึ้น

Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain เป็นการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Savander and Kolari (2003: 189-199) เป็นวิธีที่ประยุกต์จากเทคนิค Predict-Observe–Explain (White and Gunstone. 1992: 44-64) นับว่าเป็นอีกวิธีที่มีความน่าสนใจในการพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ วิธีการดังกล่าวนั้นถือว่ามีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และได้ยังส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยมีลักษณะของขั้นตอนดังนี้ นำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยนักเรียนจะต้องลงมือทดลอง สังเกตหรือหาวิธีพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองและขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้

โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain เป็นวิธีที่สามารถพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ให้เพิ่มขึ้นได้ เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดเห็น ซึ่งเป็นความคิดเห็นของตนเอง โดยมีการวางแผน กำกับ และประเมินความคิด โดยการวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PDEODE ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน
1. ขั้นทำนาย (Predict : P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเป็นผู้ทำการทำนายผลที่เกิดก่อนการทดลอง
2. ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด พิจารณา ไตร่ตรอง ร่วมกัน
3. ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้นๆ 4. ขั้นสังเกต (Observing : O) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทำการสังเกต ทดลอง การสืบค้นข้อมูลและวิธีการต่างๆ 5. ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนหาข้อสรุปจากการที่ได้ทำนายไว้และจากการสังเกต โดยทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ 6. ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนายและการหาคำตอบว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
(Kolari and Savander. 2004: 484-493)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม มีการพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์

วิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสเพิ่มมากขึ้น และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านการพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ให้อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์

ความสำคัญของการวิจัย

ได้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ที่ช่วยส่งเสริมให้เด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวนนักเรียน 18 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยได้แก่เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยที่ความเข้าใจที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากประสบการณ์สิ่งเร้าที่ได้รับ การสังเกต ทดลอง หรือเรียนรู้มา โดยอาศัยหลักการทางทฤษฎีที่ได้เรียนนำมาประมวลผลเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบาย หรือคำนวณหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยแบ่งระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

1.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 3 ข้อ

1.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 2 ข้อ

1.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 1 ข้อ หรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ หรือ คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องแต่ให้เหตุผลถูกต้อง ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 1 ข้อ หรือ 2 ข้อ

1.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

1.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

โดยใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีทำหรือแสดงเหตุผลในการตอบคำถาม

2. การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดเห็น ซึ่งเป็นความคิดเห็นของตนเอง โดยมีการวางแผน กำกับ และประเมินความคิด โดยการวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PDEODE ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ขั้นทำนาย (Predict : P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเป็นผู้ทำการทำนายว่าผลที่เกิดก่อนการทดลอง กิจกรรม และสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้างโดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายด้วย

2.2 ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด พิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากประสบการณ์ภายในกลุ่มย่อย

2.3 ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้นๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปในชั้นเรียน

2.4 ขั้นสังเกต (Observing : O) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทำการสังเกต ทดลอง การสืบค้นข้อมูลและวิธีการต่างๆ เพื่อให้มาได้ซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

2.5 ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนหาข้อสรุปจากการที่ได้ทำนายไว้และจากการสังเกต โดยทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และอภิปรายกับสมาชิกภายในกลุ่ม

2.6 ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนายและการหาคำตอบว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบเป็นหรือไม่เป็นตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะเหตุใด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. บริบทโรงเรียนสารคามพิทยาคม
3. มโนมติ
4. ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism
5. การจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE
6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 9-23) ระบุว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีสาระความสำคัญดังนี้

1. ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากและเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

วิทยาศาสตร์นอกจากนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แล้วยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจสามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข

2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการสังเกต การสืบเสาะหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ และการศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบของมนุษย์เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่จะใช้เป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงานและการพัฒนางานด้านเทคโนโลยี ที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้ในการสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

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

3.1 หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิด และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระบบท้องถิ่นและระดับประเทศมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

3.2 หลักสูตรต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.3 ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและคิดค้นสร้างองค์ความรู้

3.4 ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นโดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในโรงเรียน

3.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

3.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่สุดที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

3.7 การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดความสงสัย เกิดคำถามใหม่ๆ มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม

สามารถ ตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อคำถามคำตอบข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น

3. ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริงก็จะเข้าใจเล็งเห็นถึงความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบายทำนายคาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มีความมุ่งมั่น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ ความเข้าใจ ความถนัดแตกต่างกัน

4. การจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อเข้าใจซาบซึ้งและเล็งเห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโลก สิ่งแวดล้อม ตลอดจนเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้และสื่อสาร ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมดแบบองค์รวม สร้างความรู้เป็นของตนเองเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์จินตนาการและศาสตร์อื่นๆ ร่วมด้วย สามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

5. คุณภาพของผู้เรียน การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลในการสังเกตสิ่งต่างๆรอบตัว ตั้งคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษาได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง มีการวางแผนและลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบกระบวนการที่หลากหลายจากแหล่งเรียนรู้ที่สากล และท้องถิ่นคิดและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่องค์ความรู้ แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ แล้วสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้หรือองค์ความรู้และเกิดการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 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 นำไปใช้ในชีวิตประจำวันและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม 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 ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน 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 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

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

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ 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

โรงเรียนสารคามพิทยาคมมุ่งมั่นจัดการศึกษาและพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพเป็นพลโลกบนพื้นฐานความเป็นไทย ด้วยระบบการบริหารจัดการที่มีคุณภาพมาตรฐานสากล

2. พันธกิจโรงเรียน

2.1 พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและการเรียนรู้ที่ได้มาตรฐานสากลบนพื้นฐานความเป็นไทยปลูกฝังคุณธรรมความเป็นไทยปลูกฝังคุณธรรมความสำนึกในความเป็นชาติไทยและวิถีชีวิตตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

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 อุปกรณ์การทดลอง มีความชำรุดทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้เต็มที่

4. ปัญหาเกี่ยวกับการสอน

4.1 นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้

4.2 นักเรียนไม่สามารถอธิบายหลักการทางวิชาฟิสิกส์ได้

4.3 นักเรียนไม่สนใจในวิชาฟิสิกส์

มโนมติ

1. ความหมายของมโนมติ

คำว่า มโนมติ สามารถเรียกได้หลายคำเช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ สังกัป มโนภาพ คอนเซป โดยที่เป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน

Hurd (1970: 13) กล่าวว่า แนวคิด มโนมติ สังกัป หรือความคิดรวบยอดเป็นประเภทหนึ่งของการเรียนรู้ (Knowledge) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของข้อเท็จจริง (Fact) ที่มีความหมายโดยในแต่ละแนวคิดจะมีลักษณะสำคัญที่ทำให้แนวคิดนั้นแตกต่างจากแนวคิดอื่นๆ

กรรณิการ์ แจงหมื่นไวย (2534: 18) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกตหรือประสบการณ์เดิม แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเพื่ออธิบายคุณลักษณะของเรื่องนั้นหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

นภาพร แถวโนนงิ้ว (2537: 30) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกต ประสบการณ์ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวล

เข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเพื่ออธิบายคุณลักษณะของเรื่องนั้น หรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้นแล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

อำนาจ เจริญศิลป์ (2537: 149) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึงความคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผลสรุปที่ได้จากลักษณะเด่นๆหลายๆประการที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550: 25) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่อให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น

น้ำค้าง จันเสริม (2551: 22) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจภายในของตัวบุคคลที่จะตีความและสรุปความเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเป็นผลเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วใช้คุณลักษณะสำคัญเกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเป็นคุณสมบัติหรือลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของสิ่งนั้น

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง (2551: 35) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง กลุ่มของความคิดที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างบุคคลในสังคม โดยอาศัยความเข้าใจที่ตรงกันของคนในสังคมนั้น

จากความหมายของมโนมติ สรุปได้ว่า ความคิดหรือความเข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกตการผ่านประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะบางประการหรือหลายประการร่วมกันอยู่เกิดการจัดระบบความคิดใหม่ แล้วสร้างเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้น

2. ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

Klopfer (1971: 574) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามโนมตินั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

ธีระชัย ปูรณโชติ (2536: 30) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537: 24) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ จนเรียนรู้และสรุปเป็นความเข้าใจเรื่องนั้นๆ ของแต่ละบุคคล มโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อเนื่องกันระหว่างมโน

มติหนึ่งๆ ซึ่งอาจเกิดมโนมติหลายๆ มโนมติที่นำมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล มโนมติทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ผู้ศึกษาจะเข้าใจตรงกันและช่วยให้เข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 76) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละคนอาจจะมีมโนมติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้นๆ

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550: 30) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเรื่องใดในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปซึ่งนักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง (2551: 40) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากกระบวนการที่มนุษย์แปลความหมายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยมีการอธิบายอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตหรือทฤษฎีที่ตนเองยึดถืออยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาเมื่อมีการสังเกตและอธิบายใหม่ที่ให้ข้อมูลหรือเหตุผลได้มากกว่า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นถือเป็นสิ่งปกติที่เกิดขึ้นในสังคมของนักวิทยาศาสตร์เพราะธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Nature of scientific knowledge) ย่อมสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอหากมีข้อมูลหรือหลักฐานที่สมเหตุสมผลมากกว่าเดิม

เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553: 43) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากข้อเท็จจริงหลักการและสถานการณ์ต่างๆ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปและสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

จากความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยที่ความเข้าใจที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากประสบการณ์สิ่งเร้าที่ได้รับการสังเกต หรือเรียนรู้มา โดยอาศัยเหตุผลข้อเท็จจริง มีหลักการ นำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป แล้วมารวมเข้าด้วยกันประมวลเป็นความคิดรวบยอดแล้วสามารถอธิบายออกเป็นแนวคิดความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

3. ประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 80) ได้แบ่งประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. มโนมติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational Concepts) เป็นมโนมติที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นๆ

2. มโนมติทางทฤษฎี (Theoretical Concepts) เป็นมโนมติที่อธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง

3. มโนมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concepts) เป็นมโนมติที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ตัวอย่างเช่น อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544: 19) ได้แบ่งประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Conjunctive Concept คือ เหตุผล หรือความหมายในหลายๆทาง แต่มีทางร่วมกันได้เข้าใจความหมายในจุดเดียวกัน มีจุดรวมอันเดียวกัน เช่น ถ้าพูดถึงบุคคลๆหนึ่ง คนเราอาจจะนึกถึงบุคคลผู้นั้นได้หลายทาง เช่น รายได้ ความเป็นอยู่ ลักษณะเฉพาะตัว หรืออาชีพตำแหน่งหน้าที่เป็นต้น

2. Disconjunctive Concept คือ เหตุผลหรือความหมายที่มีตัวเลือกหลายๆทางไม่ร่วมกันแต่ขึ้นอยู่กับสภาวการณ์ เช่น คำว่า “ขัน” ซึ่งมีความหมายหลายๆ ทางคือ ขันน้ำ ไก่ขันขบขันขันให้แน่น หรือขันอาสางาน

3. Rational Concept คือ เหตุผลหรือความหมายที่มีความสัมพันธ์ในด้านเหตุผล เช่นเศรษฐกิจตกต่ำ ค่าของเงินลดลง ราคาสินค้าแพงขึ้น

ชุติมา รอดสุด (2550: 60) ได้แบ่งประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติเชิงทฤษฎี คือ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงแต่ศึกษาจากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้

2. มโนมติเชิงบรรยาย คือ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตด้วยประสาทสัมผัสและเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญเกิดเป็นมโนมติเกี่ยวกับสิ่งนั้น

3. มโนมติเชิงความสัมพันธ์ คือ มโนมติที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติย่อยๆ หรือความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553: 50) ได้แบ่งประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติที่ใช้เชื่อมในทางเดียวกัน (conjunctive Concepts) เป็นการรวมคุณลักษณะและคุณค่าเข้าด้วยกัน คำนิยามแบบนี้จะบอกถึงคุณลักษณะใดบ้างที่นำมารวมกันเป็นมโนมติ

2. มโนมติที่ใช้เชื่อมในทางตรงกันข้าม (Disjunctive Concepts) เป็นการรวมคุณลักษณะที่ใช้คำเชื่อมเป็น หรือคำนิยามแบบนี้เป็นการรวมกันของคุณลักษณะเพื่อให้เกิดมโนมติ

3. มโนมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Relative Concepts) เป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่สำคัญ

จากความหมายของประเภทมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติทางเดียวกัน เป็นการสื่อความหมายของคำให้เข้าใจได้ในจุดหมายเดียว ซึ่งจะบ่งบอกถึงคุณค่า หรือคุณลักษณะของคำนั้น

2. มโนมติในทางตรงกันข้าม เป็นการนำคำเชื่อมหลายๆแบบ มาใช้เพื่อเป็นคำนิยามคุณลักษณะเพื่อให้เกิดมโนติ

3. มโนติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการระบุความสัมพันธ์ของ มโนมติย่อยๆ ความสัมพันธ์ของเหตุผล คุณลักษณะที่สำคัญ แล้วนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์

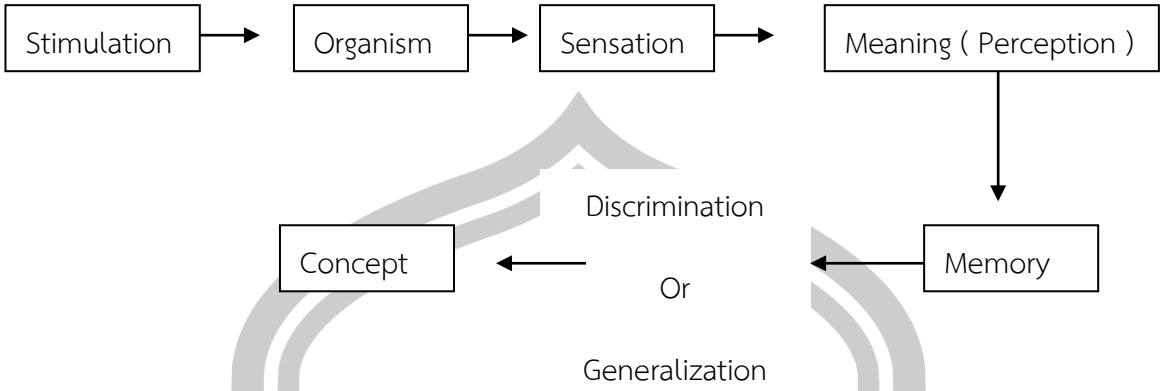
4. การสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523: 54-57) กล่าวว่า การสร้างมโนมติเป็นสิ่งพิเศษสำคัญยิ่งของมนุษย์ ถ้ามนุษย์ไม่สามารถจะจัดการรวมประสบการณ์ของตนนั้นขึ้นมาเป็นมโนมติและสื่อความหมายกันทางภาษาได้แล้วมนุษย์จะประสบปัญหายุ่งยากเป็นอันมาก เนื่องจากสิ่งแวดล้อมอันเป็นประสบการณ์ของมนุษย์มีมากมาย มนุษย์ต้องจดจำทุกสิ่งทุกอย่างและสิ่งแต่ละอย่างไปและจะถ่ายทอดสื่อสารแต่ละสิ่งแต่ละอย่างเท่านั้นมนุษย์ไม่สามารถจะรวบรวมเข้าเป็นหมู่เป็นประเภทได้ ไม่สามารถสร้างหลักการต่างๆขึ้นมาได้ ในการสร้างมโนมตินั้นมีกระบวนการสำคัญ ดังนี้

1. บุคคลจะมีมโนมติเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ได้ถ้าไม่มีประสบการณ์กับเหตุการณ์หรือสิ่งที่ต้องการจะให้มีมโนมตินั้น

2. การสร้างมโนติของบุคคลแต่ละคนเป็นผลจากการที่บุคคลนั้นสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ หรือสรุปโดยอาศัยเหตุผลของข้อมูลจากประสาทสัมผัสและประสบการณ์ต่างๆของตน

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537: 55-57) กล่าวว่า มโนมติจะเกิดขึ้นไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีประสบการณต่างกันย่อมจะมีมโนมติของสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน ให้พิจารณาแผนผังการสร้างมโนมติ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังการสร้างมโนมติของ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์

ที่มา: นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537: 56)

จากแผนผังอธิบายได้ว่าเมื่ออินทรีย์ (Organism) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (Stimuli) ก็จะเกิดการรับรู้ (Sensation) และเกิดการตีความหมาย (Meaning) ในขณะนี้จะเกิดการรับรู้อย่างมีความหมาย (Perception) และจดจำ (Memory) ต่อมาเมื่อได้รับสิ่งเร้าใหม่ก็จะเกิดการแยกแยะความแตกต่าง (Discrimination) สรุปเป็นกฎเกณฑ์ของสิ่งที่ได้รับ (Generalization) และสามารถสรุปเป็นมโนมติ (Concept) ได้พร้อมทั้งได้สรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้มโนมติอย่างมีประสิทธิภาพไว้ดังนี้

1. สิ่งเร้า ถ้าสิ่งเร้ามีความชัดเจนสมบูรณ์จะช่วยให้บุคคลสามารถแยกแยะความคล้ายคลึงและแตกต่างของวัตถุสิ่งของที่พบใหม่เพื่อจัดให้อยู่รวมหมวดหมู่ หรือแยกออกจากกันได้สะดวกขึ้น

2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความหมายและบันทึกความจำบุคคลที่สามารถรับรู้และตีความหมายได้รวดเร็วจำได้แม่นยำจะสามารถสร้างมโนมติได้เร็ว

3. ความสามารถในการจำแนกแยกแยะเหตุการณ์หรือสิ่งเร้าบุคคลที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความเฉลียวฉลาดย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้รวดเร็วกว่า

4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการบุคคลที่มีความสามารถในการสร้างจินตนาการได้ดีจะสามารถสร้างมโนมติได้ง่ายเพราะของบางอย่างเป็นนามธรรมไม่อาจมองเห็นได้

5. ความสามารถในการใช้ภาษาบุคคลที่มีความสามารถทางภาษาดีจะสามารถสื่อสารมโนมติได้ถูกต้องชัดเจน

จากความหมายการสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ในการที่จะสร้างมโนมติได้นั้นจะต้องเกิดจากการมีสิ่งเร้ามากระตุ้น แล้วร่างการเกิดการรับรู้และตีความหมายซึ่งจะเกิดการจดจำเกิดขึ้น อีกทั้งจะทำการแยกแยะข้อมูลสรุปเป็นกฎเกณฑ์ แล้วค่อยสรุปเป็นมโนมติขึ้นมา โดยที่จะเกิด

มโนมติที่มีประสอทธิภาพนั้นต้องมี สิ่งเร้าที่มีความชัดเจน มีความสามารถในการตีความหมายที่ดี ความสามารถในการจำแนกแยกแยะ ความสามารถในการสร้างจินตนาการ และสามารถสื่อสารมโนมติที่ได้อย่างถูกต้อง

5. ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

Westbrook and Marek (1991: 670) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจมโนมติหมายถึง ระดับความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ของซึ่งจัดการให้คะแนนเป็น 5 กลุ่ม ตามลำดับความเข้าใจ ดังนี้

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด

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

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

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

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

Mungsing (1993: 56) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจมโนมติหมายถึงความคิดหรือความเข้าใจของนักเรียนในมโนมติโดยใช้เกณฑ์จากงานวิจัยของและได้แบ่งความเข้าใจมโนมติของนักเรียน 5 ระดับได้แก่

1. ความเข้าใจมโนมติระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด

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

3. ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with SpecificAlternative Conception : PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

4. ความเข้าใจในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

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

จากความหมายความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยที่ความเข้าใจที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากประสบการณ์สิ่งเร้าที่ได้รับ การสังเกต ทดลอง หรือเรียนรู้มา โดยอาศัยหลักการทางทฤษฎีที่ได้เรียนนำมาประมวลผลเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบาย หรือคำนวณหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยแบ่งระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 3 ข้อ

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 2 ข้อ

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 1 ข้อ หรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ หรือ คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องแต่ให้เหตุผลถูกต้อง ครบองค์ประกอบที่สำคัญในเรื่องนั้นๆ จำนวน 1 ข้อ หรือ 2 ข้อ

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

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

6. การวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

สุวิทย์ มูลคำ (2551: 60) กล่าวว่า การวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังจากผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงมโนมติจำเป็นต้องตรวจสอบความคิดเชิงมโนมติหรือความคิดรวบยอดของผู้เรียน โดยสามารถสรุปความสามารถของผู้เรียนที่เกิดความคิดรวบยอดแล้วได้ดังนี้

1. บอกระบุเรียกชื่อความคิดรวบยอดนั้นได้

2. คัดเลือกจำแนกแยกแยะยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้นได้

3. บอกลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของความคิดรวบยอดนั้นได้

4. บอกลำดับขั้นของความคิดรวบยอดนั้น (ลำดับขั้นที่สูงกว่า ลำดับขั้นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และลำดับขั้นที่ต่ำกว่า)ได้

5. อธิบาย สรุป ความหมายคำจำกัดความของความคิดรวบยอดนั้นจากความรู้ความเข้าใจของตนด้วยภาษาคำพูดของตนเองได้

ชนาธิป พรกุล (2554: 72) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้มโนมติมีหลายระดับตั้งแต่ระดับที่มีความซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมากโดยแบ่งระดับการวัดผลออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุลักษณะสำคัญและไม่ใช่ลักษณะสำคัญ
2. ความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง
3. ความสามารถในการระบุกฎของมโนมติ
4. ความสามารถในการใช้มโนมติในสถานการณ์อื่น

ชุติมา รอดสุด (2550: 83) สรุปว่า แนวทางการวัดมโนมติได้ดังนี้

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) ขั้นในการพัฒนาแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และสรุปได้ดังนี้

4.1 ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบวัดมโนมติแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

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

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

4.2.2 ตอนที่ 2 เป็นส่วนที่เกี่ยวกับเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

4.2.2.1 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ 3 เหตุผลแรก สร้างขึ้นจากการศึกษามโนติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

4.2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบเหตุผลที่ 4 มีลักษณะเป็นปลายเปิด

4.3 นำแบบวัดมโนมติไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

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

ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ข้อ (0) กระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดได้อย่างไร จงอธิบาย

ก. มีโปรตอนที่ผ่านภาคตัดขวาง ข. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนผ่านภาคตัดขวาง

ค. มีนิวตรอนที่เคลื่อนที่ ง. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่

เพราะ กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าคือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา กระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์สูงกว่าไปศักย์ต่ำกว่า กระแสไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง ตอบ ข เหตุผล 1. ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา 2. กระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์สูงกว่าไปศักย์ต่ำกว่า 3. กระแสไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง ตอบ ข นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 2 ข้อ

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS) หมายถึง ตอบ ข นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 1 ข้อ

หรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ หรือ ตอบ ก. ค. หรือ ง. นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 1 ข้อ หรือ 2 ข้อ

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง ตอบ ก. ค. หรือ ง. นักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

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

ในการวิจัยนี้ใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีทำหรือแสดงเหตุผลในการตอบคำถาม

ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ ได้มีการเปลี่ยนจากเดิมที่เน้นการศึกษาปัจจัยภายนอกมาเป็นสิ่งเร้าภายใน ซึ่งได้แก่ ความรู้ความเข้าใจหรือกระบวนการรู้คิด กระบวนการคิด (Cognitive processes) ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยภายในมีส่วนช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และความรู้เดิมมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน

Brophy (1992: 4-8) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism ประกอบด้วย

1. ผู้เรียนต้องสร้างสรรค์ความรู้ด้วยความเข้าใจของตนเอง
2. การเรียนรู้เรื่องใหม่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้เดิมของผู้เรียน
3. การเรียนต้องอาศัยประสบการณ์ทางสังคมของผู้เรียน
4. การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นได้ด้วยการให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับกิจกรรมที่เป็นประสบการณ์ตรงที่มีในชีวิตจริง และการนำไปใช้ได้ที่เรียกว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง เน้นเรื่องที่เป็นจริงใกล้ตัว บริบทที่สนับสนุนและเกื้อกูลช่วยให้เกิดการเรียนรู้ดังนั้นการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เมื่อได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดมโนมติด้วยตนเองและเกิดความเข้าใจลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

Cobb (1994: 1050) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Constructivism เป็นกระบวนการที่ไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ในการสร้าง การรวบรวม และการตกแต่งความรู้ นักเรียนมีโครงสร้างทางความรู้ที่ไม่ใช่การตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่างๆ รอบตัวเราโครงสร้างทางความรู้ของนักเรียนอาจจะแปลกและแตกต่างจากโครงสร้างความรู้ของผู้เชี่ยวชาญนอกจากนั้นยังกล่าวถึง

ทรรศนะทางวัฒนธรรมสังคมของ Constructivism ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมและเป็นการร่วมมือกันระหว่างผู้สอน และนักเรียนในการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้น บุคคลที่สิ่งแวดล้อมผู้เรียนมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของนักเรียน

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540: 80) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism คือ ทฤษฎีที่เชื่อว่าการเรียนรู้ไม่ใช่การเติมสมองที่ว่างเปล่าของนักเรียนให้เต็ม หรือไม่ใช่การได้มาซึ่งความคิดใหม่ๆ ของนักเรียน แต่เป็นการพัฒนาหรือเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เป็นการสร้างและยอมรับความคิดใหม่ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541: 49) กล่าวว่า เงื่อนไขการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎี Constructivism เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติ (Active process) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล

2. ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเองโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตัวเอง

3. ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและขนบธรรมเนียมประเพณี และประสบการณ์ของผู้เรียนจะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ จะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่ หรือการเรียนรู้นั่นเอง

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544: 76) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism คือ ทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ได้มีการเปลี่ยนจากเดิมที่เน้นการศึกษาปัจจัยภายนอกมาเป็นสิ่งเร้าภายใน ซึ่งได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ หรือกระบวนการรู้คิดกระบวนการคิด (Cognitive processes) ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยภายในมีส่วนช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และความรู้เดิมมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน แนวคิดของทฤษฎี Constructivism หรือเรียกชื่อแตกต่างกันไปได้แก่สร้างสรรค์ความรู้นิยม หรือสรรค์สร้างความรู้นิยม หรือการสร้างความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 42) กล่าวว่า ทฤษฎีเสริมสร้างความรู้ Constructivism เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง (Theory of Active Knowing) ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการต่างๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่า โดยอาศัยแต่เพียงการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือรับการสอนจากภายนอกเท่านั้น

สุมาลี ชัยเจริญ (2549: 3-7) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism คือ ทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นหรือประสบการณ์ที่พบเจอกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อนโดย

พยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่าสกีมา (Schema) โดยโครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วยความหมาย หรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ แต่ละบุคคลมีประสบการณ์หรือเหตุการณ์อาจเป็นความเข้าใจหรือคำอธิบายเกี่ยวกับความรู้ของแต่ละคน

อิศรา ก้านจักร (2552: 63) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ซึ่งเรียกว่า Cognitive constructivism และ Vygotsky ซึ่งเน้นเกี่ยวกับบริบททางสังคม เรียกว่า Social constructivism แนวคิดของทฤษฎีนี้มุ่งเน้นการสร้างมากกว่าการรับความรู้โดยเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียนโดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่า สกีมา (Schema) ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของโครงสร้างทางปัญญาหรือโครงสร้างของความรู้ในสมอง โครงสร้างทางปัญญานี้จะประกอบด้วยความหมายของสิ่งต่างๆ ที่ใช้ภาษาหรือเกี่ยวกับเหตุการณหรือสิ่งที่แต่ละบุคคล มีประสบการณ์หรือเหตุการณ์อาจเป็นความเข้าใจหรือความรู้ของแต่ละบุคคลโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลจะมีการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) ซึ่งเป็นการนำสิ่งแวดล้อมภายนอกหรือความรู้ใหม่เข้ามาไว้ในโครงสร้างทางปัญญาและการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาของตนเองในการรับสิ่งแวดล้อมหรือความรู้ใหม่โดยการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม หรือสกีมาของตนเองหรือเกิดการเรียนรู้

จากความหมายทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism สรุปได้ว่าเป็นทฤษฎีนี้มุ่งเน้นการสร้างความรู้โดยเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียนเป็นผู้สร้างเองซึ่งผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาความรู้หรือขยายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการต่างๆ เช่น อาศัยประสบการณ์เดิมโครงสร้างทางปัญญาของตนเองได้ถ้านักเรียนได้ผ่านกระบวนการสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อสรุปองค์ความรู้เป็นของตนเอง

การจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE

การจัดการเรียนรู้แบบPredict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain คือ แนวกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Savander and Kolari (2003: 189-199) ที่ประยุกต์จากวิธีสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) (White and Gunstone. 1992: 44-64) เนื่องจากการเรียนรู้แบบ PDEODE จะเน้นให้ผู้เรียนมีการอภิปรายและมีการสนทนาให้ความหลากหลายของมุมมองของแต่ละคนเพิ่มมากขึ้น

1. การจัดการเรียนรู้แบบ POE

1.1 หลักการ แนวคิด

เรืองศักดิ์ ไตรพื้น (2549: 37) กล่าวว่า Predict–Observe–Explain คือ รูปแบบหนึ่งของยุทศาสตร์การสอนที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎี Constructivism ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจโดยอาศัยหลักการสำคัญของความรู้เดิมและการสร้างความรู้ใหม่ เป็นยุทธศาสตร์การสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถกระตุ้นการเรียนรู้มโนมติของนักเรียนโดยในวิธีการแบบ POE สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจค้นหาและหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอน Prediction และการให้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองที่ได้มีความขัดแย้งกับคำทำนาย นักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดขึ้นมาใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริงโดยหลักการประกอบไปด้วย 1. นักเรียนทำนายผลการสาธิตด้วยการให้เหตุผลที่เป็นไปด้วยตัวนักเรียนเอง 2. การสังเกตการณ์สาธิต 3. อธิบายความคิดที่ขัดแย้งกันระหว่างการทำนายผลและการสังเกต

Searle and Gunstone (1990: 86) กล่าวว่า Predict–Observe–Explain คือ วิธีการสอนที่สามารถช่วยสำรวจและตัดสินใจในความคิดของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำนายผลและการให้เหตุผล ถ้าในขั้นตอนการสังเกตของวิธีการสอนแบบ POE มีความขัดแย้งกับการทำนายผลของนักเรียน อาจจะเป็นไปได้ว่าผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือมีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด

Wu and Tsai (2005: 113-199) กล่าวว่า Predict–Observe–Explain คือ ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวกับการทำนายผลการสาธิต และอภิปรายผลที่นักเรียนทำนายกับการสังเกตการสาธิต และการอธิบายผลที่สอดคล้องตรงกันระหว่างการทำนายผล และการสังเกตอาจแสดงให้เห็นความรู้เดิม และการแปลความหมายใหม่กับสิ่งที่นักเรียนได้สังเกต เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยน และมีการเจรจาต่อรอง (Negotiate) ในการแปลความหมายใหม่ของนักเรียน

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ POE

White and Gunstone (1992: 44-64) ได้กล่าวว่า วิธีการ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าวจากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต ซึ่งเป็นวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนของการ Predict คือ จะเป็นการทำนายว่าผลที่เกิดจากการทดลอง กิจกรรม และสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้างโดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย

2. ขั้นตอนของการ Observe เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง/พิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรม และสถานการณ์ปัญหา

3. ขั้นตอนของการ Explain เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ

Baodi (2003: 30-41) ได้สรุปเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE ว่าประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. Predict:P ขั้นทำนายผลเป็นขั้นตอนการถามคำถามให้นักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. Observe:O ขั้นสังเกต หลังจากนักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ปัญหาแล้วให้นักเรียนสังเกตการณ์สาธิต และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสาธิตและการทำนายผล

3. Explain:E ขั้นอธิบายผลให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตกับการทำนายผลว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

1.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ POE

ศรีนภา ภาคภูมิ (2554: 36) กล่าวว่าประโยชน์ของแต่ละขั้นตอนของเทคนิค POE สรุปได้ดังนี้

1. การที่ผู้เรียนทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผลจะทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียน เป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง

2. การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึกเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไรและเรียนรู้อะไรเพิ่มจากการทำกิจกรรมบ้าง

2. การจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE

2.1 หลักการ แนวคิด

Savander and Kolari (2003: 189-199) ได้พัฒนาเทคนิคการสอนทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย (PDEODE teaching strategy) มาจากการจัดการเรียน

การสอนโดยใช้วิธี Predict–Observe–Explain (POE) (White and Gunstone. 1992: 44-64) โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain มีความสอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE-based learning) ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองมาจากแนวคิดตามทฤษฎี Constructivist อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความรู้ที่มีอยู่บนพื้นฐานความรู้เดิมและความรู้ใหม่ โดยเทคนิค PDEODE teaching strategy ถือได้ว่าเป็นเทคนิคการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เป็นของตนเอง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเป็นผู้อภิปรายและอธิบายสิ่งที่ได้จากการทำนายจากความรู้เดิมที่มี แล้วทำการทดลองหรือสังเกตเพื่ออภิปรายและอธิบาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสร้างความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียนและยังเป็นการเสริมสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนอีกด้วย

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE

Savander and Kolari (2003: 189-199) ได้พัฒนาวิธีการสอน ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย (PDEODE teaching strategy) ซึ่งใช้ในการพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนในสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพและทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยในแต่ละขั้นตอนของกลวิธีการสอนนักเรียนจะเกิดการพัฒนาการเรียนรู้โดยเริ่มจาก

1. ขั้นทำนาย (P : Predict) เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปรากฏการณที่ต้องการสอนแล้วให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นพร้อมให้เหตุผล

2. ขั้นอภิปราย (D : Discuss) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการคาดการณ์เหตุการณ์กันภายในกลุ่มย่อย

3. ขั้นอธิบาย (E : Explain) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาข้อสรุประหว่างกันเกี่ยวกับปรากฏการณนั้นๆ โดยที่ครูไม่ชี้แนะหรือบอกว่าสิ่งที่นักเรียนหาข้อสรุประหว่างกันถูกหรือผิด

4. ขั้นสังเกต (O : Observe) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณหรือทำการทดลองเพื่อหาคำตอบ โดยการสังเกตดังกล่าวจะต้องเชื่อมโยงหรือมีความสัมพันธ์กับมโนมติเป้าหมาย

5. ขั้นอภิปราย (D : Discuss) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนหาข้อสรุปและเปรียบเทียบถึงสิ่งที่ได้จากการคาดการณ์กับสิ่งที่สังเกตได้จริง โดยในขั้นนี้นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และวิจารณ์กันภายในกลุ่ม

6. ขั้นอธิบาย (E : Explain) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้นำเสนอความแตกต่างระหว่างสิ่งที่จากการคาดการณ์กับสิ่งที่สังเกตได้จริง ในที่นี้ครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันในห้องและใช้คำถามจนกระทั่งนักเรียนได้รับมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

Kolari and Savander (2004: 484-493) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain มีขั้นตอน 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Predict) ครูนำเสนอสถานการณ์ การสาธิต หรือการเปิดวีดีทัศน์มโนมติที่จะจัดการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำนายผลลัพธ์ตามสถานการณ์นั้น

2. ขั้นอภิปราย (Discuss) ให้นักเรียนอภิปรายความคิดของแต่ละคนร่วมกันเป็นกลุ่ม

3. ขั้นอธิบาย (Explain) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความคิด และนำเสนอในชั้นเรียนร่วมกับกลุ่มอื่นๆ แล้วเริ่มทำการทดลอง

4. ขั้นสังเกต (Observe) ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์โดยครูคอยแนะนำไปยังมโนมติหรือเป้าหมายหลัก

5. ขั้นอภิปราย (Discuss) ให้นักเรียนสรุปผลจากคำทำนาย และข้อสังเกตที่เกิดขึ้นจริงแล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบกันภายในกลุ่ม

6. ขั้นอธิบาย (Explain) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจระหว่างข้อสังเกตกับ คำทำนายเพื่อปรับมโนมติให้ถูกต้อง

จากการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) สรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดเห็น ซึ่งเป็นความคิดเห็นของตนเอง โดยมีการวางแผน กำกับ และประเมินความคิด โดยการวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Predict : P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเป็นผู้ทำการทำนายว่าผลที่เกิดก่อนการทดลอง กิจกรรม และสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้างโดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายด้วย

2. ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด พิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากประสบการณ์ภายในกลุ่มย่อย

3. ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้นๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปในชั้นเรียน

4. ขั้นสังเกต (Observing : O) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทำการสังเกต ทดลอง การสืบค้นข้อมูลและวิธีการต่างๆ เพื่อให้มาได้ซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

5. ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนหาข้อสรุปจากการที่ได้ทำนายไว้และจากการสังเกต โดยทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และอภิปรายกับสมาชิกภายในกลุ่ม

6. ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนายและการหาคำตอบว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบเป็นหรือไม่เป็นตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะเหตุใด

6. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE

ประโยชน์ของแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE อาจสรุปได้ดังนี้

1. การที่ผู้เรียนทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผลจะทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียน เป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง

2. การอภิปรายที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มย่อยของนักเรียนโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันคิดและพิจารณา ไตร่ตรอง ร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากประสบการณ์ภายในกลุ่มย่อย

3. การอธิบายนักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้นๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปความคิดนั้นชั้นเรียนร่วมกับกลุ่มอื่นๆ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน

4. การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึกเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. การอภิปรายโดยที่นักเรียนหาข้อสรุปจากการที่ได้ทำนายไว้และจากการสังเกตโดยทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และวิจารณ์กับสมาชิกภายในกลุ่มทำให้เกิดการปรึกษาหารือกับสมาชิกภายในกลุ่มซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจในมโนมติมากขึ้น

6. การอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไรและเรียนรู้อะไรเพิ่มจากการทำกิจกรรมบ้างอีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องอีกด้วย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายและพัฒนาการการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ปัจจุบันนี้การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นที่รู้จักและได้รับการกล่าวถึงกันอย่างกว้างขวางและยิ่งไปกว่านั้นยังได้ถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาในชุมชนสถานศึกษา สถาบัน หรือองค์กรต่างๆซึ่งได้มีนักวิชาการให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังต่อไปนี้

Kemmis and McTaggart (1988: 10) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ รูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่นๆ ในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (planning) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observing) และการสะท้อนกลับ (reflecting) เป็นการวิจัยที่

จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

Johnson (2012: 28) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน

องอาจ นัยพัฒน์ (2548: 338) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยที่ทำโดยนักวิจัยและคณะบุคคลที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน องค์กร หรือชุมชน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ค้นพบหรือสรรค์สร้างขึ้นไปใช้ปรับปรุงแก้ปัญหา หรือพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งกลมกลืนกับโครงสร้างการบริหารงานตลอดจนบริบททางด้านสังคม และวัฒนธรรมและด้านอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในสถานที่เหล่านั้น

ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นมีจุดกำเนิดมาจากการแสวงหาแนวทางแก้ไขปัญหาสังคมของ เลวิน (Kurt Lewin) นักจิตวิทยาสังคมชาวอเมริกาที่ต้องการจะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ และเพื่อปรับปรุงคุณภาพของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์โดยอาศัยแนวความคิดสำคัญ 2 ประการ คือ การร่วมกันตัดสินใจของกลุ่ม และความตั้งใจที่จะทำการปรับปรุง ในส่วนของวงการศึกษานั้นอาจกล่าวได้ว่า คอร์รี่ (Stephen M. Corey) จากมหาวิทยาลัย Columbia สหรัฐอเมริกา เป็นผู้นำการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้กับการจัดการการศึกษาเป็นบุคคลแรกในลักษณะของการปรับปรุงหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน

ค.ศ. 1967-1972 สเต็นเฮ้าร์ (Lawrence Stenhouse) แห่งมหาวิทยาลัย East Anglia ซึ่งเป็นผู้อำนวยการโครงการ Humanities Curriculum Project ได้กระตุ้นให้ครูผู้สอนนำวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้กับการจัดการศึกษา มุ่งเปลี่ยนสภาพของครูจากการเป็นผู้สอนตามปกติให้เป็นครูในฐานะนักวิจัย

ค.ศ. 1973-1975 แอนเลียร์ทและอเดลแมน (John Elliott & Clem Adelman) ได้นำวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในโครงการ Ford Teaching Project โดยให้ครูได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน แล้วนำผลการปฏิบัติงานมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับคนอื่นๆ โดยใช้วิธีการติดตามผลการกระทำที่เกิดจากช่องว่างระหว่างความคาดหวังกับการปฏิบัติงานจริงของครู สำหรับเป็นแนวทางช่วยเหลือครูให้ได้ทำการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และสืบสวนสอบสวนในชั้นเรียน และเน้นการปฏิบัติงานด้วยการควบคุมตนเองหรือด้วยกลุ่มมากกว่าการใช้ผู้ควบคุมคุณภาพที่มาจากภายนอก

ค.ศ. 1982 เคมมิส คาร์ และ แมคทากกาท (Stephen Kemmis, Wilf Carr & Robin McTaggart) ได้เสนอกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้นและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในรูปของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (plan) การปฏิบัติ (act) การสังเกต (observe) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (reflect) ซึ่งเมื่อครบวงจรหนึ่งๆจะพิจารณาปรับปรุงแผน (Re - planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะบรรลุความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน

2. ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537: 12) กล่าวถึง ลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา (Action Research in Education) ดังต่อไปนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัย ทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎี การปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบายการวิจัย

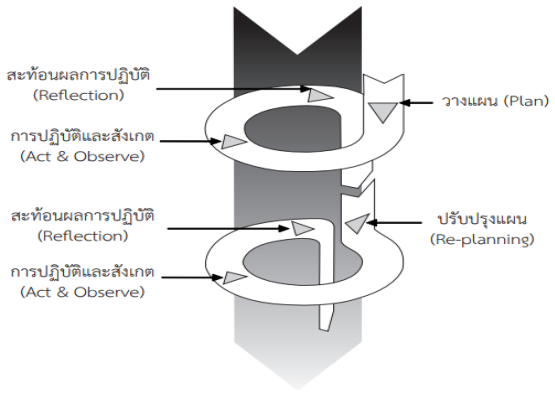
2. เน้นการปฏิบัติการ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) กิจกรรมการวิเคราะห์การปฏิบัติอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ

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

3. กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1988: 11) กล่าวว่ากระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1. การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (planning) 2. ลงมือปฏิบัติการตามแผน (action) 3. สังเกตการณ์ (observation) และ 4. สะท้อนกลับ (reflection) กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (re-planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ **2** วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart
ที่มา: Kemmis and McTaggart (1988: 12)

ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการวิจัยหลักที่หมุนเคลื่อนไปเป็นวัฏจักรของกระบวนการวิจัยดังกล่าว จึงเป็นเสมือนแหล่งที่ก่อให้เกิดความรู้เชิงปฏิบัติการและกลไกการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง

องอาจ นัยพัฒน์ (2548: 343) กล่าวว่า กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการมีกิจกรรมการวิจัยหลักแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้าโดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้อง กับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวการณ์เงื่อนไขอื่นๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

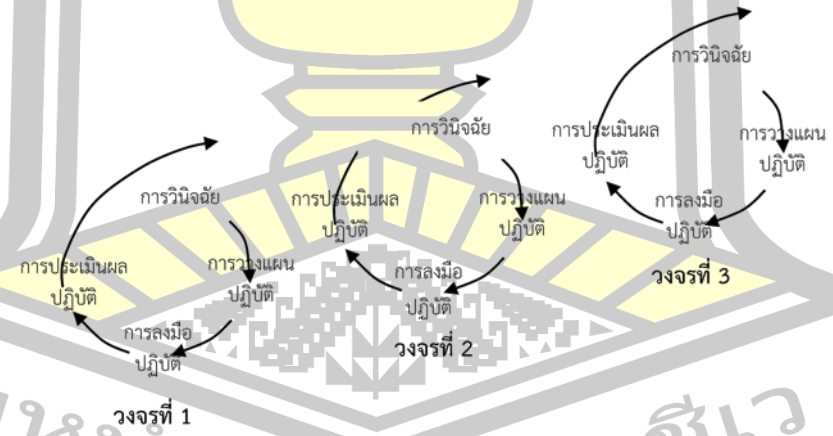
2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไข และข้อจำกัดของสภาวการณ์เวลานั้นได้ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่าง

ปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไรการสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าวๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการ และผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุน และปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวนและปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

Coghlan and Brannick (2001: 19) กล่าวว่า ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการ และมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนได้แก่ 1) การวินิจฉัย (diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (planning) 3) การลงมือปฏิบัติการ (taking action) 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (evaluation action) ซึ่งกระบวนการวิจัยเป็นไปตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan & Brannick

ที่มา: Coghlan and Brannick (2001: 19)

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นจากการวินิจฉัยสภาวการณ์ของปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข รวมทั้งการระบุกรอบแนวคิดทฤษฎี และหลักการพื้นฐานสำหรับใช้รองรับ

การปฏิบัติงาน จากนั้นจึงทำการวางแผนปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาหรือโครงการพัฒนาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรก และความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน แล้วจึงลงมือปฏิบัติการตามแผนการที่วางไว้ทีละขั้นตอน เสร็จแล้วจึงทำการประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผน สารสนเทศที่ได้จากการประเมินผลในขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรรอบต่อไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548: 346) ได้สรุปกระบวนการของกิจกรรมการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนย่อยๆไว้ 10 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุแนวคิดและนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
2. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของสภาวการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนา
3. วางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา
4. นำยุทธวิธีปฏิบัติที่วางไว้ไปลงมือปฏิบัติจริง
5. สังเกตการณ์ ติดตามตรวจสอบ และประเมินผลการปฏิบัติงานตามยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือกระทำไปแล้ว
6. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้ว โดยอาศัยการคิดในเชิงวิพากษ์ด้วยทัศนะอันหลากหลายจากนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยบนพื้นฐานของข้อมูลหลักฐานร่องรอยต่างๆ ที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 5
7. ทบทวนและปรับปรุงแผนยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา
8. นำแผนยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับแล้วไปลงมือปฏิบัติจริง
9. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับและลงมือปฏิบัติแล้ว
10. ดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีความเห็นร่วมกันอย่างสอดคล้องว่า สถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นได้รับการปรับปรุงแก้ไขจนอยู่ในระดับที่พอใจ ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านเวลาและทรัพยากรของการวิจัย

จากความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็น รูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจ และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ค้นพบหรือสรรค์สร้างขึ้นไปใช้ปรับปรุงแก้ปัญหา หรือพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยการทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ ขั้นตอนการวางแผน (planning)

การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observing) และการสะท้อนกลับ (reflecting) ซึ่งเป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์ (2555: 153-160) ศึกษาถึงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain โรงเรียนแท่นวิทยา เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 จำนวน 45 คน พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 13.00 แต่เมื่อหลังจากการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 34.82

ยศธร บรรเทิง (2556: 44-47) ศึกษาถึงการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ของไหลสถิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก จำนวน 37 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ Predict-Observe-Explain มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ย 4.08 หลังจากการจัดการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain นักเรียนมีความเข้าในมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉลี่ยเป็น 15.76 โดยวัดจากแบบทดสอบมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องของไหลสถิต ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 เรื่อง ย่อย คือ ความหนาแน่น ความดัน และแรงลอยตัว

ปทุมรัตน์ พรอำนวยลาภ (2545: 654-660) ศึกษาถึงการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain โดยมีเครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า เป็นแบบเลือกตอบ แบบคำถาม 2 ชั้น (Two-Tier) จำนวน 11 ข้อ และคำถามปลายเปิดจำนวน 4 ข้อ รวม 15 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า มโนมติ เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนสอนแบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ นักเรียนร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์เป็นร้อยละ 60 โดยวัดจาก 6 มโนมติ คือ แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าทำให้เกิด

สนามแม่เหล็ก แรงกระทำต่อลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามเหล็ก แรงระหว่างลวดตัวนำสองเส้นที่ขนานกันและมีสระแสไฟฟ้าผ่าน แรงกระทำต่อลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ธีรภาพ แก้วอ่อน (2558: 338-345) ศึกษาถึงการวิจัยการพัฒนาโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสตรีทุ่งสง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย–อภิปราย–อธิบาย–สังเกต–อภิปราย–อธิบาย โดยมีเครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ 2) แบบวัดมโนมติ เรื่อง คลื่นกล เป็นแบบวัดอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 16 ข้อ พบว่า หลักการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนแบบ ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย นักเรียนมีมโนมติ เรื่อง คลื่นกล ที่ถูกต้อง โดยเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม 8 มโนมติ คือ การเคลื่อนที่แบบคลื่น ชนิดของคลื่นกล อัตราเร็วคลื่น การซ้อนทับของคลื่น การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น และคลื่นนิ่ง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมธิน อินทรประสิทธิ์ (2559: 238-252) ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ซึ่งศึกษาในภาคการศึกษาต้น ปการศึกษา 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 พบว่าช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจมโนติและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีสูงขึ้นโดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเรียนด้วยกลวิธีการสอน ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย มีคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์เคมีหลังเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.00 ของคะแนนเต็ม เมื่อเทียบกับเกณฑ์ความสามารถอยู่ในระดับดีและมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Coştu (2012: 47-67) ได้ทำศึกษาความเข้าใจมโนมติเกี่ยวกับการควบแน่น ของนักเรียนในระดับชั้นปีที่ 1 สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 คน ผ่านการใช้กิจกรรม ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย โดยจากผลการวิจัยพบว่าเกิดความเข้าใจมโนมติเกี่ยวกับการควบแน่นดีขึ้น โดยพบว่าหลังจากที่ได้ลองทำการทดสอบจากแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ผล

จากการจัดการเรียนการสอนพบว่าเมื่อให้นักเรียนได้ลองทำโจทย์ปัญหาสถานการณ์ที่หนึ่ง มีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและความไม่เข้าใจลดน้อยลงคือ จากร้อยละ 29 เป็นร้อยละ 4 และ ร้อยละ 2 เป็น ร้อยละ 0 ตามลำดับ มีการพัฒนาความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ จากร้อยละ 12 เป็น ร้อยละ 90 และผลจากโจทย์ปัญหาที่สองพบว่าสามารถลดความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียน จากร้อยละ 86 เป็น ร้อยละ 29 ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนมติเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง และยังเป็นการช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย

Nugraha (2016: 52-60) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ ของเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 28 คน ประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย ซึ่งใช้แบบทดสอบจำนวน 10 คำถาม ที่เป็นแบบชนิดปรนัย 4-5 ตัวเลือก โดยให้เหตุผลประกอบ จากการใช้กิจกรรมการเรียนแบบ ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 30 ของนักเรียนทั้งหมด มีความเข้าในมโนมติเรื่อง ระบบนิเวศ เพิ่มมากขึ้น

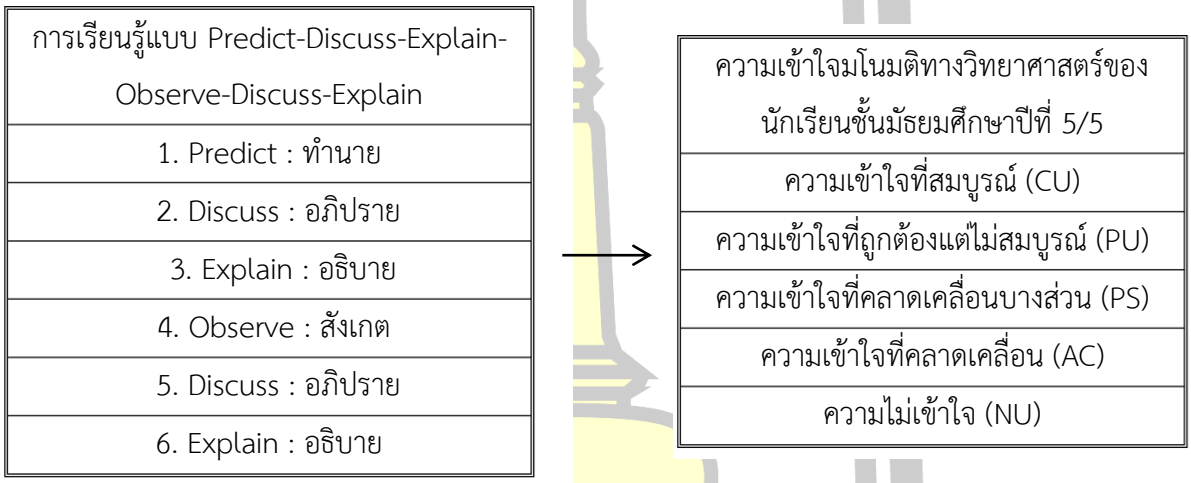
Hülya (2016: 78-90) ศึกษาความเข้าใจมโนมติของเรียนชั้นประถามศึกษาศึกษา เกรดที่ 1 จำนวน 35 คน เรื่อง ธรรมชาติของสสาร ทำการวัดโดยใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งใช้กิจกรรมการเรียนแบบ ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย โดยจากผลการวิจัยพบว่า เกิดความเข้าใจมโนมติมากขึ้นจากเดิมนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ ร้อยละ 71 สามารถพัฒนาเพิ่มขึ้นได้เป็น ร้อยละ 97 และยังพบว่าสามารถลดจำนวนของนักเรียนที่ความเข้าใจมโนที่คลาดเคลื่อนจากเดิม ร้อยละ 14 ไปเป็นร้อยละ 0 และความไม่เข้าใจมโนมติจากเดิม ร้อยละ 14 ไปเป็นร้อยละ 0 ซึ่งพบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนแบบ ทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนมติได้มากขึ้น และยังเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมอีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศผู้วิจัยพบว่า มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายวิธีที่เหมาะสม หนึ่งในนั้นคือการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ซึ่งในประเทศไทยการยึดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ยังมีไม่มากและถือได้ว่าเป็นหัวข้อวิจัยที่มีความน่าสนใจในการศึกษา อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain จะสามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-

Discuss-Explain และเชื่อมั่นว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาอื่นๆได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยใช้ในการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) โดยสามารถสรุปดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำวิจัยในรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

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

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวนนักเรียน 18 คน ที่ได้เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการเลือกกลุ่มเป้าหมายโดยสำรวจความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ด้วยแบบวัดความเข้าใจมโนมติแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบและเหตุผล ซึ่งผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์ยืมใช้แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของคุณธิดารัตน์ ขอดจันทึก (2558: 144-148)

ตัวอย่างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

1. กระแสไฟฟ้า คืออะไร มีหน่วยเป็นอะไร และมีการไหลอย่างไรในวงจรไฟฟ้า

ตอบ.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

1. กระแสไฟฟ้า คืออะไร มีหน่วยเป็นอะไร และมีการไหลอย่างไรในวงจรไฟฟ้า

แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้า คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา อาจจะเป็นประจุลบหรือปประจุบวกเป็นกระแสต่อเนื่อง ไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ หน่วยของกระแสไฟฟ้า คือ แอมแปร์ (A) โดยจะไหลจากขั้วไฟฟ้าบวกไปยังขั้วไฟฟ้าลบ หรือที่มีพลังงานสูงไปยังขั้วที่มีพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า หรือจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) ได้ 4 คะแนน โดยให้คำตอบครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้ถูกต้อง ดังนี้

1.1 กระแสไฟฟ้า คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา อาจจะเป็นประจุลบหรือปประจุบวกเป็นกระแสต่อเนื่อง

1.2 หน่วยของกระแสไฟฟ้า คือ แอมแปร์ (A)

1.3 กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วไฟฟ้าบวกไปยังขั้วไฟฟ้าลบ หรือที่มีพลังงานสูงไปยังขั้วที่มีพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า หรือจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ

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

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

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

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

ผลการศึกษาโดยใช้แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนห้อง 5/5 จำนวน 18 คน มีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 1 ข้อ ความเข้าใจที่สมบูรณ์แต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 5 ข้อ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 33 ข้อ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 29 ข้อ และความไม่เข้าใจ (NU) จำนวน 202 ข้อ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

ข้อ / คน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	สรุป
1	PS	NU	NU	NU	AC	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
2	PS	PS	NU	PS	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	PS	NU	NU	มผ.
3	AC	NU	PS	PU	AC	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
4	NU	PS	NU	PS	AC	NU	PS	NU	NU	NU	NU	NU	PU	NU	NU	มผ.
5	AC	PS	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
6	NU	NU	NU	AC	NU	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
7	PS	PS	NU	NU	NU	AC	NU	NU	NU	NU	AC	NU	NU	NU	NU	มผ.
8	NU	PS	NU	PS	AC	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	PS	NU	NU	มผ.
9	AC	PS	NU	PU	PS	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
10	PS	NU	NU	NU	AC	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	PU	NU	NU	มผ.
11	NU	NU	PS	AC	NU	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	PS	NU	NU	มผ.
12	NU	PS	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
13	PS	PS	NU	PS	AC	AC	AC	NU	NU	NU	NU	NU	CU	NU	NU	มผ.
14	AC	NU	PS	NU	AC	PS	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
15	NU	PS	NU	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	PU	NU	NU	มผ.
16	PS	AC	NU	PS	NU	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	PS	NU	NU	มผ.
17	NU	NU	NU	PS	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.
18	PS	PS	NU	NU	AC	AC	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	มผ.

หมายเหตุ 1. CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ 2. ผ. คือ นักเรียนมีความเข้าใจในระดับ CU หรือ PU ทุกข้อ และ มผ. คือ นักเรียนมีความเข้าใจในระดับต่ำกว่า CU และ PU

เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนสามารถวิเคราะห์ออกมาได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การศึกษาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 18 คน

ข้อที่	มโนมติทางวิทยาศาสตร์									
	CU		PU		PS		AC		NU	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	0	0.00	0	0.00	7	38.89	4	22.22	7	38.89
2	0	0.00	0	0.00	10	55.55	1	5.55	7	38.89
3	0	0.00	0	0.00	3	16.67	0	0.00	15	83.33
4	0	0.00	2	11.11	6	33.33	3	16.67	7	38.89
5	0	0.00	0	0.00	1	5.55	9	50.00	8	44.44
6	0	0.00	0	0.00	1	5.55	10	55.55	7	38.89
7	0	0.00	0	0.00	1	5.55	1	5.55	16	88.89
8	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
9	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
10	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	5.55	17	94.44
12	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
13	1	5.55	3	16.67	4	22.22	0	0.00	10	55.55
14	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
15	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00

หมายเหตุ CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์รายข้อก่อนเรียน พบว่า นักเรียน ม. 5/5 ร้อยละ 74.81 อยู่ในระดับความไม่เข้าใจ (NU) มีเพียงร้อยละ 0.37 และ 1.85 อยู่ในระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) ความเข้าใจที่สมบูรณ์แต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ตามลำดับ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5

มโนมติ	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนคน)									
		CU	ร้อยละ	PU	ร้อยละ	PS	ร้อยละ	AC	ร้อยละ	NU	ร้อยละ
1	1	0	0.00	0	0.00	7	38.89	4	22.22	7	38.89
	2	0	0.00	0	0.00	10	55.55	1	5.55	7	38.89
	3	0	0.00	0	0.00	3	16.67	0	0.00	15	83.33
2	9	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
3	7	0	0.00	0	0.00	1	5.55	1	5.55	16	88.89
	8	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
4	4	0	0.00	2	11.11	6	33.33	3	16.67	7	38.89
	10	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
5	14	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
6	11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	5.55	17	94.44
7	5	0	0.00	0	0.00	1	5.55	9	50.00	8	44.44
	6	0	0.00	0	0.00	1	5.55	10	55.55	7	38.89
8	15	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
	12	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00
	13	1	0.37	5	1.85	33	12.22	29	10.74	202	74.81
รวมเฉลี่ย		1	0.37	5	1.85	33	12.22	29	10.74	202	74.81

หมายเหตุ มโนติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนติที่ 3 คือ สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า มโนติที่ 4 คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ มโนติที่ 5 คือ พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนติที่ 6 คือ การต่อตัวต้านทาน มโนติที่ 7 คือ เครื่องวัดไฟฟ้า มโนติที่ 8 คือ การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้า

อย่างปลอดภัย CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากการใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส และจากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ลืมเนื้อหานี้ไปแล้วเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่อยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และไม่เข้าใจเนื่องจากไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น และมีสูตรการคำนวณที่เยอะส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าจะเรียนไปเพื่ออะไร แล้วนักเรียนยังมีมุมมองในทางวิชาฟิสิกส์ที่ว่า เป็นวิชาที่เรียนเข้าใจยากเนื่องจากเป็นวิชาที่เรียนในสิ่งที่มองไม่เห็น มีเนื้อหาที่เยอะ และมีสูตร สมการ ที่ซับซ้อน ทำให้รู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียนวิชาฟิสิกส์ พร้อมกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเคยได้รับนั้นเน้นการบรรยาย ส่งผลทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่ค่อยอยากเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ขั้นตอนดำเนินงาน

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988: 11) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยทำการดำเนินการทั้งสิ้น 2 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่

วงจรปฏิบัติการที่ 1
1. กระแสไฟฟ้า
2. กฎของโอห์มและความต้านทาน
3. สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า
4. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

วงจรปฏิบัติการที่ 2
5. พลังงานและกำลังไฟฟ้า
6. การต่อตัวต้านทาน
7. เครื่องวัดไฟฟ้า
8. การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 สำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 โดยการสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 วัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส แบบอัตนัย 15 ข้อ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบและเหตุผล พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ระดับ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (CU) 1 ข้อ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) 5 ข้อ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) 33 ข้อ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (AC) 29 ข้อ และความไม่เข้าใจ (NU) 202 ข้อ

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)

1.4 สร้างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

1.5 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน

2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบPredict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กระแสไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กฎของโอห์มและความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

3. ขั้นสังเกต (Observe)

3.1 นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) มี 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 แล้วสัมภาษณ์นักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความ

เข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) มี 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 แล้วสัมภาษณ์นักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หากไม่เป็นไปตามความมุ่งหมายที่ผู้วิจัยกำหนด จะต้องดำเนินการพัฒนาปรับปรุงต่อไปจนกระทั่งเป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัย และวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียน 6 คน มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ซึ่งนักเรียนทั้ง 6 คน ยังไม่เกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนไม่ชอบบางกิจกรรม สื่อไม่หลากหลาย เวลาในการทำกิจกรรมไม่เหมาะสม ครูผู้สอนพูดเร็ว เป็นต้น

สรุป วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) มี 12 คน ต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 6 คน ผู้วิจัยได้หาวิธีการแก้ไขโดย มีคะแนนโบนัสพิเศษหรือสิ่งของรางวัลระหว่างจัดกิจกรรม เพิ่มสื่อการสอนที่หลากหลายขึ้น เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ หรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรับเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมมากขึ้น ปรับการพูดของผู้สอนให้ช้าลงและชัดเจนมากขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 ศึกษาหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังนี้ มีคะแนนโบนัสพิเศษหรือสิ่งของรางวัลระหว่างจัดกิจกรรม เพิ่มสื่อการสอนที่หลากหลายขึ้น เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ หรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรับเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมมากขึ้น ปรับการพูดของผู้สอนให้ช้าลงและชัดเจนมากขึ้น

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ (PDEODE) โดยเพิ่มวิธีแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ (PDEODE) ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานและกำลังไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การต่อตัวต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เครื่องวัดไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

3. ขั้นสังเกต (Observe)

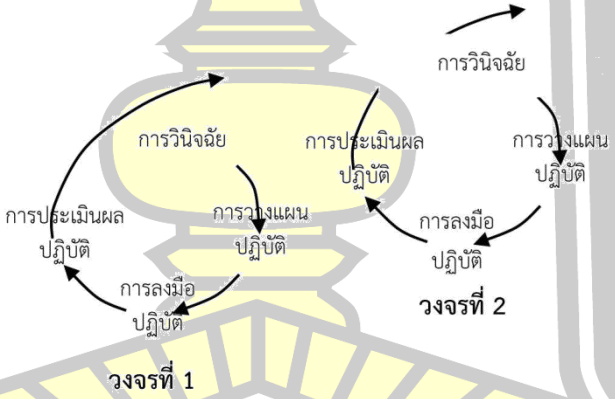
3.1 นำเครื่องมือวิจัยซึ่งได้แก่ แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) มี 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ซึ่งเป็นไปความจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

สรุป วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) มี 12 คน

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นภาพการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ (PDEODE) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 8 แผน 12 ชั่วโมง

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กระแสไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กฎของโอห์มและความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

วงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานและกำลังไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การต่อตัวต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เครื่องวัดไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

2. แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม จำนวน 15 ข้อ

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure Interview) ที่ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามเพื่อการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไว้บางส่วน

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain

1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain

1.3 ศึกษาสาระและมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ไฟฟ้ากระแส	กระแสไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้าเกิดเมื่อมีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ ระหว่างปลายของตัวนำเชื่อมกับความต่างศักย์ การนำไฟฟ้าในโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ เมื่อมีสนามไฟฟ้าภายในแท่งโลหะจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยไม่เป็นศูนย์ คือ ความเร็วลอยเลื่อน ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในโลหะกระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า(ตัวกลาง) คือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งมีค่า $I = \frac{Nq}{t} = \frac{Q}{t}$ เมื่อ N เป็นจำนวนอนุภาคที่มีประจุ q เคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางของตัวกลางในเวลา t กระแสไฟฟ้าในตัวกลางมีทิศเดียวกับทิศทางของสนามไฟฟ้า กระแสไฟฟ้ามีค่าขึ้นกับความหนาแน่น n และความเร็วลอยเลื่อน v ของอิเล็กตรอนอิสระ $I = nevA$ เมื่อ e คือประจุของอิเล็กตรอน และ A คือ พื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ	1. นักเรียนสามารถอธิบายว่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำและปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้าได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
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. นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้และบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นไปตามกฎของโอห์มได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
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. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	ไฟฟ้ากระแส	แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	แรงเคลื่อนไฟฟ้าคือ พลังงานไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า $E = \frac{W}{Q}$ ความต่างศักย์คือ พลังงานไฟฟ้าที่ชิ้นส่วนต่างๆ ของวงจรต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า $V = \frac{W}{Q}$ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ Vเกี่ยวข้องกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ E ตามสมการ $V = E - Ir$ เมื่อ I เป็นกระแสไฟฟ้าในวงจร และ r เป็นความต้านทานภายในของแบตเตอรี่	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้ 3. นักเรียนสามารถทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมีความตั้งใจในการทำงาน	2

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
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 5 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
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. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้า วัดความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า ที่มีตัวต้านทานต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 3. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาค่าความต้านทาแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 4. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7	ไฟฟ้ากระแส	เครื่องวัดไฟฟ้า	เครื่องวัดไฟฟ้า ได้แก่ แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ ได้รับการดัดแปลงจากแกลแวนอมิเตอร์ชนิดขดลวดเคลื่อนที่ โดยแกลแวนอมิเตอร์จะมีความต้านทานค่าหนึ่งเป็น 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	1. นักเรียนสามารถอธิบายการดัดแปลงแกลแวนอมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ได้ 2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาความต้านทานที่เหมาะสม เพื่อนำมาสร้างเป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์และปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ 3. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	1

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
8	ไฟฟ้ากระแส	การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน มีตัวเลขระบุความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำตัวเลขที่ระบุนี้ไปคำนวณพลังงานไฟฟ้า สามารถหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้จาก พลังงานไฟฟ้า(หน่วย)=กำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์)×เวลาที่ใช้ไป(ชั่วโมง) ค่านี้นำไปคิดค่าไฟฟ้าต่อไปการจ่ายไฟเข้าบ้านใช้สายไฟสองสาย คือ สายกลาง (สาย N) และ สายมีศักย์ (สาย L) พร้อมทั้งติดสายดิน (สาย E)เข้ากับสายกลาง ทั้งสายกลางและสายมีศักย์ จะต้องต่อผ่านมาตรกิโลวัตต์ ชั่วโมง เข้าบ้านแล้วต่อกับแผงควบคุมไฟฟ้า จากนั้นจึงมีสายไฟต่อไปยังส่วนต่างๆของบ้าน พร้อมต่อสายดินอย่างมีระบบ โดยการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าวงจรเป็นการต่อแบบขนาน การใช้ไฟอย่างปลอดภัยจะต้องใช้อย่างระมัดระวัง ถูกวิธี เพื่อป้องกัน ไม่ให้เกิดอันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร	1. นักเรียนทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายระบบวงจรไฟฟ้าที่ต่อเข้าบ้านได้ 3. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆได้ 4. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	2

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) เรื่อง ไฟฟ้ากระแสจำนวน 8 แผน จำนวน 12 ชั่วโมงโดยให้สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด ระยะเวลาที่ใช้ และเนื้อหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 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	การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	2
	รวม	12

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแสจำนวน 8 แผน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสื่อการเรียนรู้การวัดประเมินผลและนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

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

2) อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) นายพรชัย ปานอุทัย ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนฟิสิกส์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

4) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5) นางพิกุล พรมสาเพชร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสิกส์ ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) มาประเมินค่าความเหมาะสม ผลการประเมินปรากฏว่ามีความเหมาะสมเท่ากับ 4.86 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก จ) โดยจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะ คือ ในกระบวนการทำการทดลองควรแบ่งหน้าที่ให้นักเรียนทุกคนให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และเวลาในการจัดกิจกรรมควรมีความกระชับให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงโดยแบ่งหน้าที่ให้นักเรียนทุกคนอย่างชัดเจนและปรับเวลาในแต่ละกิจกรรมให้เหมาะสมแล้วไปใช้ประกอบการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม จำนวน 15 ข้อ ขั้นตอนดำเนินการในการสร้างดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญ เพื่อใช้ในการออกข้อสอบ และสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อเป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริง แสดงดังตารางที่ 7

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออก และที่ต้องใช้จริงหน่วยการเรียนรู้ 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 และความต่างศักย์ในตัวนำโลหะได้ และบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นไปตามกฎของโอห์มได้	2	1
	สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	1.นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำที่มีพื้นที่ขนาดสม่ำเสมอได้	2	1
	แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ได้	2	1
รวม			16	8

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สร้าง	ใช้
2	พลังงานและกำลังไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้	2	1
	การต่อตัวต้านทาน	1.นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานได้	2	1
	เครื่องวัดไฟฟ้า	1.นักเรียนสามารถอธิบายการดัดแปลงแกลแวนอมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาความต้านทานที่เหมาะสม เพื่อนำมาสร้างเป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์และปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้	2	1
	การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	1.นักเรียนทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้	2	1
		2.นักเรียนสามารถอธิบายระบบสายส่งพลังงานไฟฟ้าที่ต่อเข้าบ้านได้	2	1
		3. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆได้	2	1
รวม			14	7

2.3 สร้างแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 15 ข้อ โดยเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แล้วเขียนอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ข้อ (0) กระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดได้อย่างไร จงอธิบาย

ก. มีโปรตอนที่ผ่านภาคตัดขวาง ข. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนผ่านภาคตัดขวาง

ค. มีนิวตรอนที่เคลื่อนที่ ง. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่

เพราะ กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าคือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา กระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์สูงกว่าไปศักย์ต่ำกว่า กระแสไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง ตอบ ข เหตุผล 1. ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา 2. กระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์สูงกว่าไปศักย์ต่ำกว่า 3. กระแสไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง ตอบ ข นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 2 ข้อ

3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS) หมายถึง ตอบ ข นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 1 ข้อ หรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ หรือ ตอบ ก. ค. หรือ ง. นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 1 ข้อ หรือ 2 ข้อ

4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC) หมายถึง ตอบ ก. ค. หรือ ง. นักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

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

2.4 นำแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของข้อคำถามกับประเด็นที่ชี้วัด

2.5 นำแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นที่วัด (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

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

2) อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) นายพรชัย ปานอุทัย ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนฟิสิกส์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

4) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5) นางพิกุล พรมสาเพชร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสิกส์ ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) แล้วคัดเลือกข้อคาถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ผลการประเมินพบว่าทีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก จ) โดยจากการประเมินแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะ คือ แบบทดสอบใช้ข้อสอบเน้นคำนวณมากเกินไป ควรเพิ่มข้อสอบที่เป็นทฤษฎีให้มากขึ้น

2.7 นำแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงโดยการเพิ่มข้อสอบที่เป็นแนวทฤษฎีให้มากขึ้นแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi Structure Interview) เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเป็นข้อมูลใน

การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับต่อไป ซึ่งผู้วิจัยจะสัมภาษณ์กลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังจากทำการทดสอบท้ายวงจร โดยสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่าความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 กำหนดขอบข่ายในรายละเอียดการสัมภาษณ์

3.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนตามขอบข่ายที่กำหนด

3.3 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างขึ้นไปให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของข้อคำถามกับประเด็นที่ชี้วัด

3.4 นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นที่วัด (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสัมภาษณ์นักเรียน ได้แก่

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

2) อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) นายพรชัย ปานอุทัย ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนฟิสิกส์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

4) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5) นางพิกุล พรมสาเพชร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสิกส์ ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

3.5 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) แล้วคัดเลือกข้อคาถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ผลการประเมินพบว่าทีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.93 (ภาคผนวก จ) โดยจากการประเมินแบบสัมภาษณ์นักเรียนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะ คือ ควรเพิ่มคำว่า “อย่างไร ทำไม เพราะอะไร” ลงในแบบสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายโดยใช้เหตุผล

3.6 นำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงโดยการเพิ่มคำว่า “อย่างไร ทำไม เพราะอะไร” ลงในแบบสัมภาษณ์นักเรียน แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 2 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. กระแสไฟฟ้า (วันที่ 13 พฤศจิกายน 2560)
2. กฎของโอห์มและความต้านทาน (วันที่ 16 พฤศจิกายน 2560)
3. สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า (วันที่ 20 พฤศจิกายน 2560)
4. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ (วันที่ 23 พฤศจิกายน 2560)

วงจรปฏิบัติการที่ 2

5. พลังงานและกำลังไฟฟ้า (วันที่ 27 พฤศจิกายน 2560)
6. การต่อตัวต้านทาน (วันที่ 30 พฤศจิกายน 2560)
7. เครื่องวัดไฟฟ้า (วันที่ 4 ธันวาคม 2560)
8. การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้านและการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย (วันที่ 7 ธันวาคม 2560)

โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain หลังจากสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมแล้วทำการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการวิจัยจะสิ้นสุดเมื่อนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) นอกจากการวิเคราะห์จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์แล้วผู้วิจัยใช้

การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อยืนยันความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับต่ำกว่าระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) และวิเคราะห์แนวคำตอบเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ และครูผู้สอน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จากแบบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้เรียนต้องมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549: 92)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 101)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

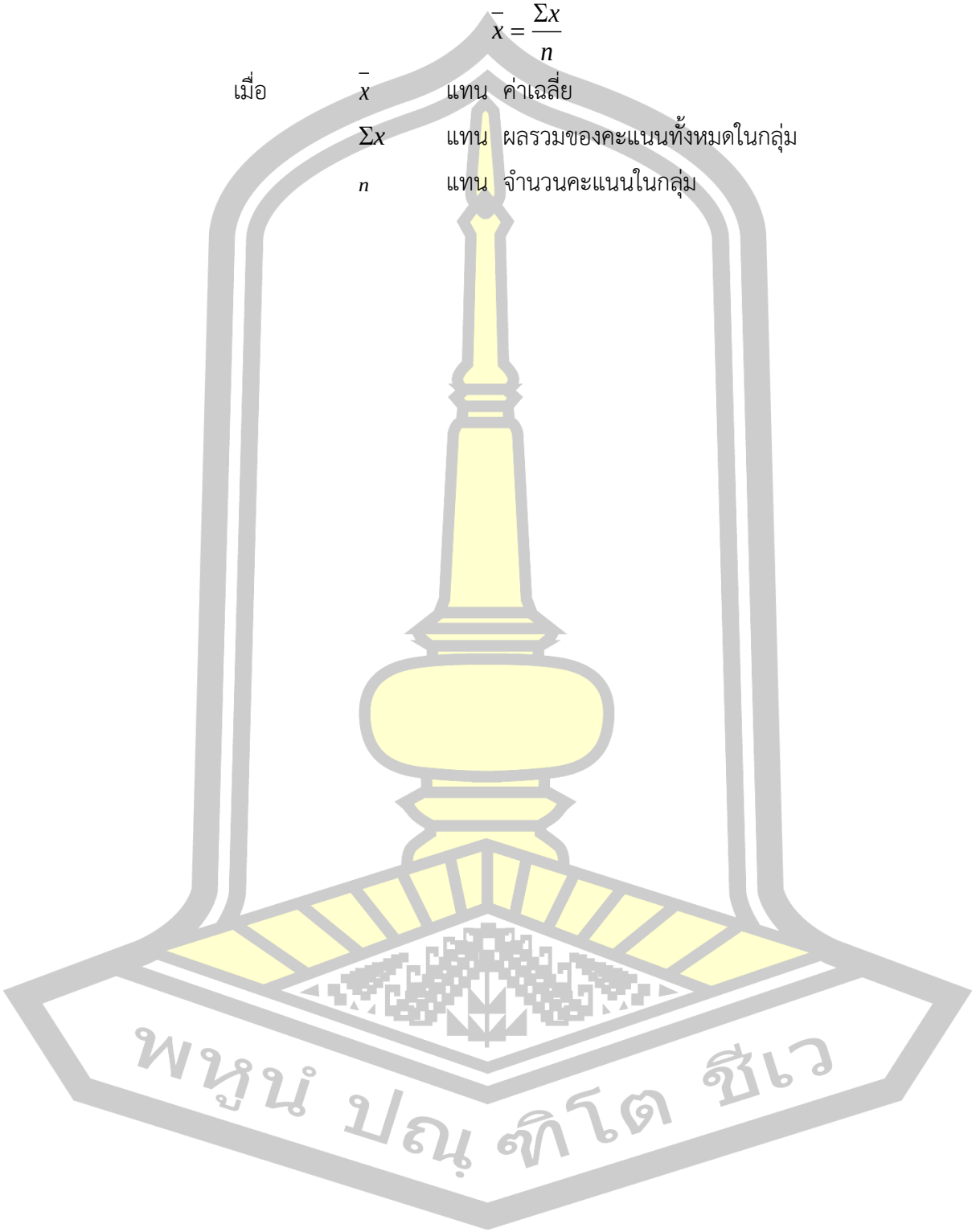
2.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 101)

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

Σx แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม



บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 18 คน โดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ให้อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ซึ่งเป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ
3. ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 18 คน โดยวัดก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain โดยผู้วิจัยวัดโดยใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนที่แบ่งออกเป็น 8 มโนมติ ดังนี้ 1) กระแสไฟฟ้า 2) กฎของโอห์มและความต้านทาน 3) สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า 4) แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ 5) พลังงานและกำลังไฟฟ้า 6) การต่อตัวต้านทาน 7) เครื่องวัดไฟฟ้า และ 8) การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย ซึ่งแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีจำนวน 15 ข้อ และแบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีจำนวน 15 ข้อ แบ่งดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 8 ข้อ และวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 7 ข้อ ซึ่งระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแสดงดังตารางที่ 8 และตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1

มโนมติ	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์																			
	CU				PU				PS				AC				NU			
	ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	0	0.00	9	50.00	0	0.00	7	38.89	7	38.89	2	11.11	4	22.22	0	0.00	7	38.89	0	0.00
	0	0.00	2	11.11	0	0.00	10	55.56	10	55.55	6	33.33	1	5.55	0	0.00	7	38.89	0	0.00
	0	0.00	13	72.22	0	0.00	5	27.78	3	16.67	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15	83.33	0	0.00
2	0	0.00	11	61.10	0	0.00	5	27.78	0	0.00	1	5.56	0	0.00	1	5.56	18	100.00	0	0.00
3	0	0.00	7	38.89	0	0.00	9	50.00	1	5.55	2	11.11	1	5.55	0	0.00	16	88.89	0	0.00
	0	0.00	6	33.33	0	0.00	9	50.00	0	0.00	2	11.11	0	0.00	1	5.56	18	100.00	0	0.00
4	0	0.00	4	22.23	2	11.11	11	61.10	6	33.33	3	16.67	3	16.67	0	0.00	7	38.89	0	0.00
	0	0.00	2	11.11	0	0.00	12	66.66	0	0.00	3	16.67	0	0.00	1	5.56	18	100.00	0	0.00
รวม	0	0.00	54	37.50	2	1.39	68	47.22	27	18.75	19	13.19	9	6.25	3	2.08	106	73.61	0	0.00

ตารางที่ 9 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2

มโนมติ	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์																			
	CU				PU				PS				AC				NU			
	ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5	0	0.00	16	88.89	0	0.00	2	11.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00	0	0.00
6	0	0.00	14	77.77	0	0.00	4	22.23	0	0.00	0	0.00	1	5.55	0	0.00	17	94.44	0	0.00
7	0	0.00	9	50.00	0	0.00	9	50.00	1	5.55	0	0.00	9	50.00	0	0.00	8	44.44	0	0.00
	0	0.00	6	33.33	0	0.00	12	66.67	1	5.55	0	0.00	10	55.55	0	0.00	7	38.89	0	0.00
8	0	0.00	16	88.89	0	0.00	2	11.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00	0	0.00
	0	0.00	16	88.89	0	0.00	2	11.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	100.00	0	0.00
	1	5.55	18	100.00	3	16.67	0	0.00	4	22.22	0	0.00	0	0.00	0	0.00	10	55.55	0	0.00
รวม	1	0.79	95	75.40	3	2.38	31	24.60	6	4.76	0	0.00	20	15.87	0	0.00	96	76.19	0	0.00

หมายเหตุ มโนติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนติที่ 3 คือ สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า มโนติที่ 4 คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ มโนติที่ 5 คือ พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนติที่ 6 คือ การต่อตัวต้านทาน มโนติที่ 7 คือ เครื่องวัดไฟฟ้า มโนติที่ 8 คือ การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน อยู่ในระดับความเข้าใจต่างๆดังนี้ ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ร้อยละ 0.00 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 1.39 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 18.75 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 6.25 ความไม่เข้าใจ ร้อยละ 73.61 และหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไปดังนี้ ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ร้อยละ 37.50 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 47.22 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 13.19 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 2.08 ความไม่เข้าใจ ร้อยละ 0.00

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน อยู่ในระดับความเข้าใจต่างๆดังนี้ ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ร้อยละ 0.79 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 2.38 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.76 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 15.87 ความไม่เข้าใจ ร้อยละ 76.19 และหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไปดังนี้ ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ร้อยละ 75.40 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 24.60 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 0.00 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 0.00 ความไม่เข้าใจ ร้อยละ 0.00

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ดังนี้ แผนที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า แผนที่ 2 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน แผนที่ 3 เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า และแผนที่ 4 เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้า

และความต่างศักย์ โดยผู้วิจัยได้วัดระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ข้อแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1

มโนมติ	ข้อที่	นักเรียน																	
		1	2*	3	4	5	6*	7	8	9	10	11*	12*	13	14*	15	16	17*	18
1	1	PU	PU	CU	PU	CU	PU	CU	CU	CU	PU	PS	PU	CU	PU	CU	CU	PS	CU
	2	PU	PS	PU	PU	PU	PS	CU	PU	PU	PU	PS	PS	PU	PS	PU	CU	PS	PU
	3	CU	CU	CU	PU	PU	CU	CU	CU	PU	CU	PU	CU	CU	PU	CU	CU	CU	CU
2	4	CU	PU	CU	CU	CU	PS	CU	CU	CU	PU	AC	PU	CU	PU	CU	CU	PU	CU
3	5	CU	PU	CU	PU	PU	PS	CU	CU	PU	PU	PU	PS	CU	PU	CU	CU	PU	PU
	6	CU	PS	CU	PU	PU	AC	PU	CU	PU	PU	PS	PU	CU	PU	CU	CU	PU	PU
4	7	PU	PU	PU	PU	PU	PU	CU	PU	PU	CU	PU	PS	PU	PS	PU	CU	PS	CU
	8	PU	PS	CU	PU	PU	PS	PU	PU	CU	PU	PS	PU	PU	PU	PU	PU	AC	PU

หมายเหตุ มโนติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนติที่ 3 คือ สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า มโนติที่ 4 คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ * คือ นักเรียนมีระดับมโนมติทางวิทยาศาสตร์บางข้อต่ำกว่าระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)

จากตารางที่ 10 พบว่ามีนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่สมบูรณ์ หรือ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และความไม่เข้าใจจำนวน 6 คน ของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 33.33 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1

มโนมติ	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนคน)									
		CU	ร้อยละ	PU	ร้อยละ	PS	ร้อยละ	AC	ร้อยละ	NU	ร้อยละ
1	1	9	50.00	7	38.89	2	11.11	0	0.00	0	0.00
	2	2	11.11	10	55.56	6	33.33	0	0.00	0	0.00
	3	13	72.22	5	27.78	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2	4	11	61.10	5	27.78	1	5.56	1	5.56	0	0.00
3	5	7	38.89	9	50.00	2	11.11	0	0.00	0	0.00
	6	6	33.33	9	50.00	2	11.11	1	5.56	0	0.00
4	7	4	22.23	11	61.10	3	16.67	0	0.00	0	0.00
	8	2	11.11	12	66.66	3	16.67	1	5.56	0	0.00

หมายเหตุ มโนติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนติที่ 3 คือ สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า มโนติที่ 4 คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 11 พบว่ามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระแสไฟฟ้า ข้อที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 38.89 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ข้อที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ข้อที่ 3 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน ข้อที่ 4 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 61.10 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.56 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.56

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า ข้อที่ 5 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 38.89 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ข้อที่ 6 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.56

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ ข้อที่ 7 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 22.23 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 61.10 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ข้อที่ 8 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.56

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบทดสอบพร้อมแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และความไม่เข้าใจ (NU) โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่า

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระแสไฟฟ้า

นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากคำถามว่าถ้ากระแสไฟฟ้าเกิดได้อย่างไร โดยดูจากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า...”

(นักเรียน 2, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...เกิดจากประจุไฟฟ้า...”

(นักเรียน 6, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...เกิดจากกระไฟฟ้าเคลื่อนที่กลับไปกลับมา...”

(นักเรียน 11, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...เกิดจากประจุไฟฟ้าต่อเนื่อง...”

(นักเรียน 12, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...เกิดจากไฟฟ้าเคลื่อนที่...”

(นักเรียน 14, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...เกิดจากพลังงานที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า...”

(นักเรียน 17, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากคำถามว่าถ้า ถ้าเพิ่มความต้านทานในเส้นลวดปริมาณกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง อย่างไร โดยดูจากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...กระแสไฟฟ้ามีค่ามาก...”

(นักเรียน 6, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง เพราะมีตัวต้านทานไฟฟ้า...”

(นักเรียน 11, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากคำถามว่าถ้าเส้นลวดตัวนำมีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำดังนั้นค่าความต้านทานเส้นลวดจะสูงหรือต่ำ อย่างไร โดยดูจากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ต่ำ...”

(นักเรียน 2, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“ไม่ตอบคำถาม ไม่อธิบายเหตุผล”

(นักเรียน 6, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...สูง เพราะถ้าลวดตัวนำความต้านทานจะนำไฟฟ้าได้ดี...”

(นักเรียน 11, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...ต่ำ...”

(นักเรียน 12, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากคำถามว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยดูจากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“ไม่ตอบคำถาม ไม่อธิบายเหตุผล”

(นักเรียน 2, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...ไม่เหมือน...”

(นักเรียน 6, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...ไม่ เพราะแรงเคลื่อนไฟฟ้า...”

(นักเรียน 11, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“...ต่างกัน ไม่อธิบายเหตุผล...”

(นักเรียน 17, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

จากนั้นเพื่อให้การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ผู้วิจัยจึงได้สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 6 คน ที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และความไม่เข้าใจ (NU) ใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านครูผู้สอน เพื่อนำปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ผลที่ได้แสดงดังนี้

1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

“สบายๆ ไม่เครียดสามารถถามได้ตลอดเวลา กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือ Predict เพราะได้ใช้สมมติฐาน ตั้งข้อสงสัยได้ กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ Explain1 และ Explain2 เพราะเวลามีจำกัดในการนำเสนอ และควรเพิ่มอุปกรณ์ในการทดลอง เช่น อุปกรณ์ตัวอย่าง”

(นักเรียน 2, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“มีความสุข เฮฮา เป็นกันเอง กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือ Predict และ Observe เพราะสอนคาดการณ์ และชอบทดลอง กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ Explain2 เพราะ ไม่ชอบพูดหน้าห้อง และควรให้มีภาคปฏิบัติมากกว่าทฤษฎี”

(นักเรียน 6, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“สนุก มีความรู้ เข้าใจง่าย กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือ Predict และ Observe กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ Explain2 และควรมีการทดลองให้มากขึ้น”

(นักเรียน 11, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“อาจารย์สอนดี เป็นกันเองและเข้าใจ กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือ Predict Explain1 และDiscuss2 เพราะมีการปฏิบัติ และทฤษฎีครบ กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ Observe เพราะไม่ชอบเลยไม่ได้สนใจมาก และไม่ต้องเพิ่มอะไรเพราะสอนดีแล้ว”

(นักเรียน 12, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“สนุก เวลาไม่เข้าใจครูจะบอกในสิ่งที่ไม่เข้าใจ ทำให้เข้าใจมากขึ้น กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือ Explain1 Observe Discuss2 และ Explain2 เพราะสนุกและเข้าใจดีมาก กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ Predict เพราะไม่รู้ว่าจะตอบอย่างไร และควรเพิ่มการทดลองให้มากขึ้น สนุกดี ”

(นักเรียน 14, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“มีความรู้มากขึ้น ครูสอนดี กิจกรรมที่ชอบมากที่สุดคือ Discuss1 เพราะได้ทำหลายอย่าง กิจกรรมที่ไม่ชอบที่สุดคือ Discuss1 และ Observe เพราะไม่ชอบ และควรอธิบายให้ช้าๆและมากกว่านี้”

(นักเรียน 17, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

2. ด้านครูผู้สอน

“สอนสบายๆแบบครูสมัยใหม่ ไม่เครียดไม่ยึดติด ควรเพิ่มตัวอย่างในการสอน เช่น วีดีโอ อุปกรณ์”

(นักเรียน 2, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“สอนสนุกดี ไม่กดดัน ครูควรพูดให้ช้าลงกว่านี้”

(นักเรียน 6, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“สอนเข้าใจง่าย ควรมีคะแนนเพิ่มเติมในระหว่างเรียนในกิจกรรม Explain1 และ Explain2”

(นักเรียน 11, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“สอนเข้าใจและสนุก เป็นกันเอง ไม่ควรพูดเร็ว”

(นักเรียน 12, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“ครูนิสัยดี พูดเป็นกันเอง ควรสอนให้น้อยลง”

(นักเรียน 14, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

“อาจารย์สอนดี ควรพูดให้ช้าๆกว่านี้”

(นักเรียน 17, 27 พฤศจิกายน 2560; สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
นักเรียนบางคนไม่ค่อยชอบกิจกรรม Predict เพราะไม่ทราบว่าจะตอบอย่างไร	- อธิบายให้ชัดเจนว่าให้นักเรียนทำอย่างไร ตอบคำถามแบบไหน เขียนลงที่ใด - ให้คะแนนโบนัสพิเศษสำหรับคนที่อยากตอบคำถาม หากครูถามคำถามเกี่ยวกับการ Predict ของแต่ละคน
นักเรียนบางคนไม่ค่อยชอบกิจกรรม Explain1 และ Explain2 เพราะมีการนำเสนองาน	- ให้คะแนนโบนัสพิเศษหรือสิ่งของรางวัลกับกลุ่มที่นำเสนอหรือคนที่นำเสนอผลงาน
นักเรียนบางคนไม่ชอบกิจกรรม Observe เพราะ เพื่อนๆในกลุ่มไม่ช่วยกันทำการทดลอง และบางครั้งไม่เข้าใจในวิธีการทำการทดลอง	- ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในกลุ่มให้ชัดเจนขึ้นว่าคนไหนทำอะไร - พูดกระตุ้นในเรื่องของการทำงานเป็นทีม - อธิบายให้ละเอียดก่อนทำการทดลองว่า ทำการทดลองเพื่ออะไร วิธีการทำการทดลอง และอธิบายถึงประโยชน์ของการทดลองนั้นๆ - อธิบายเพิ่มในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง เช่น วิธีใช้งานที่ง่ายต่อการเข้าใจ - ให้แนะนำนักเรียนขณะทำการทดลองหากนักเรียนกลุ่มใดมีข้อสงสัยให้ยกมือถาม
สื่อการสอนไม่หลากหลาย	- เพิ่มสื่อวีดีโอหรือรูปภาพในขณะจัดกิจกรรมการเรียน - เพิ่มสื่ออุปกรณ์ที่มีความน่าสนใจในขณะจัดกิจกรรมการเรียน
เวลาในการทำกิจกรรมไม่พอดี	- ปรับเวลาในแต่ละกิจกรรมให้พอเหมาะไม่นานเกินไปหรือสั้นจนเกินไป - ลดช่วงเวลานำเข้าสู่บทเรียนเพราะใช้เวลาค่อนข้างเยอะ
ครูผู้สอนพูดเร็ว	- พูดให้ช้าลง - แจ้งกับนักเรียนว่าหากนักเรียนคนไหนฟังไม่ทันให้ยกมือบอกทันที

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ดังนี้ แผนที่ 5 เรื่อง พลังงานและกำลังไฟฟ้า แผนที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน แผนที่ 7 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า และแผนที่ 8 เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของ

เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย โดยผู้วิจัยได้วัดระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 7 ข้อแสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2

มโนมติ	ข้อที่	นักเรียน																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5	9	CU	CU	CU	CU	CU	PU	CU	CU	CU	CU	PU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU
6	10	CU	PU	PU	CU	PU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	PU	CU	CU	CU	CU
7	11	PU	PU	CU	PU	CU	CU	CU	PU	CU	PU	CU	PU	CU	PU	PU	CU	PU	CU
	12	CU	PU	PU	CU	PU	PU	CU	CU	PU	PU	PU	PU	CU	PU	CU	PU	PU	PU
8	13	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	PU	CU	CU	CU	CU	CU	PU	CU
	14	CU	PU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	PU	CU	CU	CU	CU	CU	CU
	15	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU

หมายเหตุ มโนติที่ 5 คือ พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนติที่ 6 คือ การต่อตัวต้านทาน มโนติที่ 7 คือ เครื่องวัดไฟฟ้า มโนติที่ 8 คือ การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 13 พบว่ามีนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่สมบูรณ์ หรือ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และความไม่เข้าใจจำนวน 0 คน ของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 0.00 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 จำนวนนักเรียนแต่ละระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

มโนมติทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (จำนวนคน)									
		CU	ร้อยละ	PU	ร้อยละ	PS	ร้อยละ	AC	ร้อยละ	NU	ร้อยละ
5	9	16	88.89	2	11.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6	10	14	77.77	4	22.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	11	9	50.00	9	50.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	12	6	33.33	12	66.67	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	13	16	88.89	2	11.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	14	16	88.89	2	11.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	15	18	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

หมายเหตุ มโนติที่ 5 คือ พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนติที่ 6 คือ การต่อตัวต้านทาน มโนติที่ 7 คือ เครื่องวัดไฟฟ้า มโนติที่ 8 คือ การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 14 พบว่ามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและกำลังไฟฟ้า ข้อที่ 9 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การต่อตัวต้านทาน ข้อที่ 10 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 77.77 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 22.23

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า ข้อที่ 11 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ข้อที่ 12 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย ข้อที่ 13 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์

(CU) จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ข้อที่ 14 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ข้อที่ 15 นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00

จากการพิจารณาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ วงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าใน วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนทั้ง 6 คน มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น เห็นได้จาก นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) และในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) และนักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ระดับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และความไม่เข้าใจ (NU) เลย

เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 6 คน ระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 4 มโนมติ ดังนี้ มโนมติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนมติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนมติที่ 3 คือ สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า มโนมติที่ 4 คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ และ วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 4 มโนมติ ดังนี้ มโนมติที่ 5 คือ พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนมติที่ 6 คือ การต่อตัวต้านทาน มโนมติที่ 7 คือ เครื่องวัดไฟฟ้า มโนมติที่ 8 คือ การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย ซึ่งแสดงดังตารางที่ 15

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 15 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 6 คน ระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียน	ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์														
	วงจรปฏิบัติการที่ 1								วงจรปฏิบัติการที่ 2						
	มโนมติที่ 1			มโนมติที่ 2	มโนมติที่ 3		มโนมติที่ 4		มโนมติที่ 5	มโนมติที่ 6	มโนมติที่ 7		มโนมติที่ 8		
	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	PU	PS	CU	PU	PU	PS	PU	PS	CU	PU	PU	PU	CU	PU	CU
6	PU	PS	CU	PS	PS	AC	PU	PS	PU	CU	CU	PU	CU	CU	CU
11	PS	PS	PU	AC	PU	PS	PU	PS	PU	CU	CU	PU	PU	CU	CU
12	PU	PS	CU	PU	PS	PU	PS	PU	CU	CU	PU	PU	CU	PU	CU
14	PU	PS	PU	PU	PU	PU	PS	PU	CU	PU	PU	PU	CU	CU	CU
17	PS	PS	CU	PU	PU	PU	PS	AC	CU	CU	PU	PU	PU	CU	CU
ผลการประเมิน	ไม่ผ่าน								ผ่าน						

หมายเหตุ 1. มโนติที่ 1 คือ กระแสไฟฟ้า มโนติที่ 2 คือ กฎของโอห์มและความต้านทาน มโนติที่ 3 คือ สภาต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า มโนติที่ 4 คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ มโนติที่ 5 คือ พลังงานและกำลังไฟฟ้า มโนติที่ 6 คือ การต่อตัวต้านทาน มโนติที่ 7 คือ เครื่องวัดไฟฟ้า มโนติที่ 8 คือ การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย 2. CU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือ ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ โดยการปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากแบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการแสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2
Predict : ทำนาย	- ครูใช้คำถามทั่วไปเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	- ครูใช้สื่อ เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่างเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน - ครูใช้คำถามที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ปัจจุบันที่น่าสนใจต่อตัวผู้เรียน เช่น อุปกรณ์ที่คล้ายถ้วยที่อยู่บนเสาไฟฟ้า มันคืออะไร ทำไมมันต้องเป็นรูปถ้วยเป็นรูปแบบอื่นได้หรือไม่ มันช่วยอะไรได้บ้างทั้งที่อันก็ใหญ่และหนัก?

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2
	- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดลองร่วมกันโดยไม่ได้แบ่งหน้าที่ชัดเจน	- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดลองร่วมกันโดยให้นักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่ชัดเจน
	- ใช้กระดาษบรู๊ฟโดยให้นักเรียนเขียนกรอบและตารางเองตามที่ครูกำหนด และให้นักเรียนใช้กระดาษ Post-it ในการให้นักเรียนเขียนคำตอบลงไป	- ใช้กระดาษบรู๊ฟที่ครูเขียนกรอบและตารางให้ และใช้เป็นบัตรคำถามในการให้นักเรียนเขียนคำตอบลงไป
Discuss : อภิปราย	- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม	- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ครูคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น
Explain : อธิบาย	- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนการอภิปรายครั้งที่ 1	- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนการอภิปรายครั้งที่ 1 โดยครูคะแนนโบนัสพิเศษหรือสิ่งของรางวัลสำหรับตัวตัวแทนกลุ่มที่ออกมานำเสนอ
Observe : สังเกต	- ผู้เรียนได้ทำการทดลองเป็นกลุ่ม	- นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่ม โดยที่ครูอธิบายวิธีทำการทดลองอย่างละเอียด และอธิบายการใช้เครื่องมือการทดลองอย่างละเอียดด้วยก่อนทำการทดลอง อีกทั้งยังคอยให้คำแนะนำมากขึ้น และยังใช้สื่อวีดีโอ ช่วยในการจัดกิจกรรม เพื่อเพิ่มความเข้าใจของนักเรียน - ครูใช้สื่อเพิ่มเติมในการอธิบายวิธีการใช้เครื่องมือในการทดลองเพื่อเพิ่มความเข้าใจกับตัวนักเรียน

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2
	- ให้นักเรียนเขียนผลการทดลองหรือค่าที่ได้จากการทดลองลงในกระดาษบรู๊ฟ	- ให้นักเรียนเขียนผลการทดลองหรือค่าที่ได้จากการทดลองลงในกระดาษคำตอบที่ครูแจกให้
Discuss : อภิปราย	- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม	- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ครูคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น
Explain : อธิบาย	- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนการอภิปรายครั้งที่ 2	- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนการอภิปรายครั้งที่ 1 โดยครูคะแนนโบนัสพิเศษหรือสิ่งของรางวัลสำหรับตัวตัวแทนกลุ่มที่ออกมานำเสนอและให้มีการตั้งคำถามกลุ่มที่นำเสนอหรือกลุ่มที่รับฟังการนำเสนอ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ให้อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์

สรุปผล

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการแสดงผลดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 จัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain จำนวน 4 แผน ได้แก่ 1. กระแสไฟฟ้า 2. กฎของโอห์มและความต้านทาน 3. สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า 4. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ จำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือ 1. นักเรียนบางคนไม่ค่อยชอบกิจกรรม เช่น Predict Explain1 Explain2 และObserve 2. สื่อการสอนไม่หลากหลาย 3. เวลาในการทำกิจกรรมไม่พอดี 4. ครูผู้สอนพูดเร็ว ซึ่งผู้วิจัยแก้ปัญหาโดย 1. มีคะแนนโบนัสพิเศษสำหรับคนที่อยากตอบคำถามเพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน 2. ครูอธิบายลักษณะการเรียนในชั้น การทำงานในกลุ่ม และวิธีการทำการทดลองอย่างละเอียดให้มากขึ้น 3. เพิ่ม

สื่อการสอนที่มีความหลากหลาย เช่น คลิปวีดีโอ รูปภาพ หรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าสนใจ 4. ปรับเวลาในแต่ละกิจกรรมให้พอเหมาะไม่นานเกินไปหรือสั้นจนเกินไป 5. พูดให้ช้าลงและชัดเจนทุกครั้ง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 จัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain จำนวน 4 แผน ได้แก่ 1. พลังงานและกำลังไฟฟ้า 2. การต่อตัวต้านทาน 3. เครื่องวัดไฟฟ้า 4. การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย จำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หรือระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 สิ่งที่เพิ่มเข้าไปในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ 1. ครูมีคะแนนบัสพิเศษสำหรับคนที่ต้องการตอบคำถามหรือตอบคำถามได้ 2. ผู้วิจัยใช้สื่อ เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่างเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและใช้อธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น

อภิปรายผล

จากการวิจัยพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE พบว่า นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ นักเรียนมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) หรือมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) สามารถอธิบายได้ว่าเป็นผลมาการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE ซึ่งในแต่ละขั้นตอนช่วยเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นทำนาย (P : Predict) 2. ขั้นอภิปราย (D : Discuss) 3. ขั้นอธิบาย (E : Explain) 4. ขั้นสังเกต (O : Observe) 5. ขั้นอภิปราย (D : Discuss) 6. ขั้นอธิบาย (E : Explain) โดยขั้นตอนที่ 1. ขั้นทำนาย (Predict : P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเป็นผู้ทำการทำนายว่าผลที่เกิดก่อนการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้างโดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายด้วย โดยผู้วิจัยใช้สื่อ เช่น รูปภาพ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่างเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และใช้คำถามที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ที่กระตุ้นความสนใจต่อตัวผู้เรียน (Kolari and Savander. 2004: 484-493) ขั้นที่ 2. ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด พิจารณา ไตร่ตรอง ร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากประสบการณ์ภายในกลุ่มย่อย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันในกลุ่มมากขึ้นและมีแนวคิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายขึ้น (Savander and Kolari. 2003: 189-199) ขั้นที่ 3. ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้นๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปในชั้นเรียน ซึ่งเป็นการนำเสนอผลงานตามที่กลุ่มตนเองคิด ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิด

ระหว่างกลุ่มเรียนภายในห้องและยังเป็นการช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย (Coştu. 2012: 47-67) ขั้นที่ 4. ขั้นสังเกต (Observing : O) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทำการสังเกต ทดลอง การสืบค้นข้อมูลและวิธีการต่างๆ เพื่อให้มาได้ซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้จัดให้มีการทดลอง โดยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองด้วยตนเอง ค้นคว้าข้อมูล และใช้สื่อเช่น คลิปวีดีโอเข้ามาช่วยเพื่อเพิ่มความเข้าใจ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาสูงขึ้น (ภพ เลาหไพบูลย์. 2542: 77) ขั้นที่ 5. ขั้นอภิปราย (Discuss : D) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันหาข้อสรุปจากการที่ได้ทำนายไว้และจากการสังเกต โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ และอภิปรายกับสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันในกลุ่มมากขึ้น เกิดการระดมสมอง และเกิดการเปรียบเทียบแนวคิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายและทำให้เกิดการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของตนเองก่อนการทดลองกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังการทดลอง ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง (Osborne. 1982) และขั้นที่ 6. ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนายและการหาคำตอบว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรและจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบเป็นหรือไม่เป็นตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะเหตุใด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ระดับที่สูงขึ้นและถูกต้องสมบูรณ์ (Savander and Kolari. 2003: 189-199)

เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือความเข้าใจที่สมบูรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของทั้งหมด และมีนักเรียน 6 คน ที่มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และความไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของทั้งหมด ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจเนื่องมากจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่เข้าใจมากพอ อธิบายได้ว่าจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย (Predict : P) ผู้วิจัยเน้นใช้คำถามทั่วไปซึ่งไม่ค่อยน่าสนใจทำให้นักเรียนมีความสนใจการเรียน ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังนี้ ใช้สื่อ เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่างที่มีความน่าสนใจมาใช้กับนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในคาบ โดย Kelly and Jone (2007: 414) กล่าวว่า การใช้สื่อ เช่น คลิปวีดีโอหรือภาพนิ่ง สื่ออุปกรณ์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจเพิ่มมากขึ้น และผู้วิจัยใช้คำถามที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ปัจจุบันที่น่าสนใจต่อตัวผู้เรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจผู้เรียน เพื่อให้บทเรียนมีความหมายกับผู้เรียน ในการแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดลองร่วมกันโดย

ไม่ได้แบ่งหน้าที่ชัดเจนทำให้นักเรียนบางคนไม่ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพราะไม่ทราบว่าต้องทำหน้าที่ใดส่งผลให้ไม่เกิดความร่วมมือในการทำกิจกรรม แก้ไขโดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดลองร่วมกันโดยให้นักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่ชัดเจนทำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดย Slavin (1983: 42) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันหรือการทำงานเป็นทีมเป็นวิธีการที่ได้ผลมากที่สุด การที่จะประสบผลสำเร็จสมาชิกในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมก็มีความผูกพันและสร้างความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ต้องมีการแบ่งหน้าที่ที่จัดเจนจึงจะเกิดการปฏิบัติงานมีประสิทธิผลและบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ ขั้นที่ 2. ขั้นอภิปราย (Discuss : D) ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม แต่นักเรียนภายในกลุ่มยังไม่มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังนี้ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม แล้วผู้วิจัยพูดชมเชยชมเชย หรือให้กำลังใจ เพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นและให้คำแนะนำต่างๆกับนักเรียนตลอดเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น โดย พัชรนันท์ กลั่นแก้ว (2008: 129) กล่าวว่า แรงกระตุ้นทำให้เกิดความมุ่งมั่นในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ของบุคคลนั้นๆ การใช้แรงกระตุ้นก่อให้เกิดความมุ่งหวังอย่างแรงกล้าที่จะบรรลุสู่เป้าหมาย 3. ขั้นอธิบาย (E : Explain) ผู้วิจัยให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจากการอภิปรายร่วมกันจากกลุ่มของตนเอง พบว่านักเรียนในกลุ่มบางคนไม่กล้าออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังนี้โดย ได้กล่าวชมเชย ยกย่อง ให้กำลังใจ มีคะแนนโบนัสพิเศษ ปรบมือให้กำลังใจ หรือให้สิ่งของรางวัลสำหรับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความกล้าออกมานำเสนอกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน โดย ศิริวรรณ เสรีรัตน์ (2550: 50) กล่าวว่า การเสริมแรงเป็นสิ่งล่อใจที่สามารถก่อให้เกิดแรงกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมขึ้น เช่น การให้รางวัลเป็นเครื่องกระตุ้นให้บุคคลอยากกระทำ เช่น การชมเชย การยกย่อง ชมเชย หารให้กำลังใจ สามารถก่อให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการได้ 4. ขั้นสังเกต (O : Observe) นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่ม พบว่านักเรียนบางคนไม่ค่อยช่วยกันทำให้นักเรียนบางคนไม่มีประสบการณ์ในการทดลอง ส่งผลให้ไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างถ่องแท้ ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังนี้ คอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกันเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น โดย พัชรนันท์ กลั่นแก้ว (2551: 129) กล่าวว่า การใช้แรงกระตุ้นก่อให้เกิดความมุ่งหวังอย่างแรงกล้าที่จะบรรลุสู่เป้าหมาย และผู้วิจัยมีการใช้สื่อ เช่น คลิปวีดีโอ เข้ามาช่วยในการอธิบายการใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์การทดลองอย่างละเอียด Kelly and Jone (2007: 414) กล่าวว่า การใช้สื่อในการเรียนเช่น คลิปวีดีโอ เข้ามาช่วยในการเรียนจะส่งผลให้ผู้เรียนความสนใจเพิ่มมากขึ้น ทำให้มองเห็นภาพได้อย่างชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น 5. ขั้นอภิปราย (D : Discuss) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่มโดยนำผลที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับผลการทำนายของกลุ่มตนเอง แต่นักเรียนภายในกลุ่มยังไม่มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม แก้ปัญหาโดยในขณะที่นักเรียนอภิปรายในกลุ่ม

ผู้วิจัยคอยพูดกระตุ้น การพูดชมเชย กล่าวยกย่องและให้คำแนะนำต่างๆกับนักเรียนมีคอยมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันมากขึ้น โดย สุพาณี สฤษฏ์วานิช (2552: 157) กล่าวว่า การกระตุ้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของงาน ทำให้งานประสบผลสำเร็จได้เร็วขึ้น 6. ขั้นอธิบาย (E : Explain) ผู้วิจัยให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนในกลุ่มให้เพื่อนคนเดิมออกมานำเสนอผลงานกลุ่มตนเองให้เพื่อนกลุ่มฟัง ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการแก้ไข ดังนี้ ผู้วิจัยวางกฎโดยไม่ให้นักเรียนคนเดิมที่เคยนำเสนอแล้วนำเสนอซ้ำอีกรอบ โดยให้สลับกับเพื่อนในกลุ่มโดยที่ไม่ให้ซ้ำคนเดินเพื่อเป็นการให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง และผู้วิจัยมีการชมเชย ให้คะแนนโบนัสพิเศษ หรือสิ่งของรางวัลสำหรับตัวตัวแทนกลุ่มที่ออกมานำเสนอ โดย วินัย วิไลลักษณ์ (2549: 23) กล่าวว่า การกล่าวคำชมเชย ให้สิ่งของรางวัลเป็นการเสริมแรงทางบวก เป็นสิ่งล่อใจที่สามารถกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมในการทำงาน ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการทำงาน หลังจากการนำเสนอผู้วิจัยเปิดโอกาสให้มีการตั้งคำถามกลุ่มที่นำเสนอหรือกลุ่มที่รับฟังการนำเสนอ

วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ หรือ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของทั้งหมด พบว่าหลังจากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และใช้วิธีแก้ปัญหาต่างๆ ภายในห้องเรียน ส่งผลให้นักเรียนทั้ง 6 คน มีระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น ทั้งนี้อธิบายได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเน้นการใช้สื่อ Vasilyev (2010: 173) กล่าวว่า การใช้สื่อ เช่น รูปภาพนิ่ง วีดีโอ หรือใช้อุปกรณ์ตัวอย่าง เข้ามาช่วยมีส่วนสำคัญในการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องได้เพราะ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพเชิงประจักษ์ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถเกิด และยังทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนมติได้ง่ายขึ้น การทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบเพื่อให้มีประสิทธิภาพ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือกันหรือการทำงานเป็นทีมเป็นวิธีการที่ได้ผลมากที่สุด สมาชิกในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมก็มีความผูกพันและสร้างความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การใช้แรงกระตุ้น เช่น การกล่าวชมเชย ยกย่อง ให้กำลังใจ มีคะแนนโบนัสพิเศษ ปรบมือให้กำลังใจ หรือให้สิ่งของรางวัลในการจัดกิจกรรมภายในห้องเรียน ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญในการเรียนให้ประสบผลสำเร็จอีกด้วย โดย สุพาณี สฤษฏ์วานิช (2552: 157) กล่าวว่า การกระตุ้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของงาน ทำให้งานประสบผลสำเร็จได้เร็วขึ้น และ พัชรนันท์ กลั่นแก้ว (2008: 129) กล่าวว่า แรงกระตุ้นทำให้เกิดความมุ่งมั่นในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ของบุคคลนั้นๆ การใช้แรงกระตุ้นก่อให้เกิดความมุ่งหวังอย่างแรงกล้าที่จะบรรลุสู่เป้าหมาย

จากผลการวิจัยชิ้นนี้ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเสริมสร้างให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ ปทุมรัตน์ พรอำนวยลาภ (2545: 654-660) ศึกษาถึงการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดนจัดการเรียนสอนแบบ PDEODE ผลการวิจัยพบว่า มโนมติ เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ นักเรียนร้อยละ 80 ของทั้งหมด มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ธีรภาพ แก้วอ่อน (2558: 338-345) ศึกษาถึงการวิจัยการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โดยวิธีการสอนแบบ PDEODE ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติเรื่อง คลื่นกล ที่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม เมธิน อินทรประสิทธิ์ (2559: 38) ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการสอนแบบ PDEODE ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์หลังเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.00 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน Coştu (2012: 47-67) ได้ทำศึกษาความเข้าใจมโนมติเกี่ยวกับการควบแน่นของนักเรียนในระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 48 คน ผ่านการใช้กิจกรรม PDEODE ผลจากจัดการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและความไม่เข้าใจลดน้อยลงคือ จาก ร้อยละ 29 เป็น ร้อยละ 4 และ ร้อยละ 2 เป็น ร้อยละ 0 ตามลำดับ มีการพัฒนาความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์จาก ร้อยละ 12 เป็น ร้อยละ 90 และผลจากโจทย์ปัญหาที่สองพบว่าสามารถลดความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนจาก ร้อยละ 86 เป็น ร้อยละ 29 ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนมติเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Nugraha (2016: 52-60) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ ของเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 28 คน โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ PDEODE ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนมากกว่าร้อยละ 30 ของนักเรียนทั้งหมด มีความเข้าในมโนมติเรื่อง ระบบนิเวศ เพิ่มมากขึ้น และงานวิจัยของ Hülya (2016: 78-90) ศึกษาความเข้าใจมโนมติของเรียนชั้นประถมศึกษาศึกษา เกรดที่ 1 จำนวน 35 คน เรื่อง ธรรมชาติของสสาร ซึ่งใช้กิจกรรมการเรียนแบบ PDEODE ผลการวิจัยพบว่าเกิดความเข้าใจมโนมติมากขึ้นจากเดิม ร้อยละ 71 สามารถพัฒนาเพิ่มขึ้นได้เป็นร้อยละ 97 และยังพบว่าสามารถลดจำนวนของนักเรียนที่ความเข้าใจมโนที่คลาดเคลื่อนจากเดิม ร้อยละ 14 ไปเป็น ร้อยละ 0 และความไม่เข้าใจมโนมติจากเดิม ร้อยละ 14 ไปเป็นร้อยละ 0 ซึ่งพบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนแบบ PDEODE สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงมากขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ในขั้นการอภิปรายครั้งที่ 1 (Discuss 1) และการอภิปรายครั้งที่ 2 (Discuss 2) ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยกันเพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการทำงานร่วมกันและยังช่วยเสริมความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ในขั้นการอธิบายครั้งที่ 1 (Explain 1) และการอธิบายครั้งที่ 2 (Explain 2) ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มทำหน้าที่เสนอผลงานของกลุ่มโดยสลับกันไป เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งเป็นการสร้างความกล้าที่จะแสดงออกให้นักเรียนและเน้นให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดจากเพื่อนต่างกลุ่ม ซึ่งจะช่วยเสริมความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ในขั้นการอภิปรายครั้งที่ 1 (Discuss 1) และการอภิปรายครั้งที่ 2 (Discuss 2) ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยกัน เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการทำงานร่วมกันและยังช่วยเสริมความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.4 การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ในขั้นตอนที่ใช้สื่อวีดีโอร่วมด้วยครูผู้สอนควรเลือกใช้วีดีโอที่มีความยาวไม่ยาวหรือสั้นจนเกินไป ควรเน้นวีดีโอที่มีสีสันและรูปการ์ตูน นอกจากนั้นครูควรเพิ่มสื่อให้หลากหลายขึ้นเช่น การใช้เกมเข้ามาช่วยหรือใช้แอพพลิเคชั่นที่สามารถดึงดูดนักเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain ไปใช้ในการสอนหัวข้ออื่นๆ ทางสาขาวิชาฟิสิกส์ให้มากขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องอื่นๆ เช่น ห้องเรียนโครงการพิเศษวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หรือ ห้องเรียนพิเศษทางภาษา ซึ่งถ้ามีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ร่วมด้วยจะสามารถนำไปใช้ในการยืนยันข้อมูลและนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในอนาคต

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร: องคการรับสงสินค้าและพัสดุภัณฑ(ร.ส.พ.).

กรรณิการ์ แจงหมื่นไวย. (2534). *การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

กอบแก้ว สิงหเนตรวัฒน์. (2555). การศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อ ในแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของเซลล์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 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). ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา และ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธิดารัตน์ ขอดจันทึก. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีเปลี่ยนแปลงมโนมติ ที่มีต่อมโนมติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ธีรภาพ แก้วอ่อน. (2558). *การพัฒนามโนทัศน์เรื่องคลื่นกลโดยวิธีการสอนแบบ ทำนาย–อภิปราย–อธิบาย–สังเกต–อภิปราย-อธิบาย ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 5*. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ธีระชัย ปูรณโชติ. (2536). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทย์วิธีทางวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นภาพร แถวโนนงิ้ว. (2537). *การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียว ของนักเรียนชนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สารพัฒนาหลักสูตร.

น้ำค้าง จันเสริม. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง งานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตัคติวิสต์โดยใช้วิธี POE*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

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

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2548). การปรับเปลี่ยนมโนมติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม. วารสารวิจัย มข, *5*, 152–164.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่6)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์การพิมพ์.

ปทุมรัตน์ พรอำนวยลาภ. (2545). *การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบ PDEODE เพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

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

พัชรนันท์ กลั่นแก้ว. (2551). เคล็ดลับการสร้างแรงกระตุ้นลูกน้องให้มีไฟในการทำงาน, 129–134.

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2537). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. (2550). การศึกษาการเปลี่ยนมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องหน้าที่ยืน โดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

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

เมธิน อินทรประสิทธิ์. (2559). *ผลของกลวิธีการสอนทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบาย ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

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

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

เรืองศักดิ์ ไตรพื้น. (2549). *การตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการขัดแย้งทางปัญญาในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 4*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *CONSTRUCTIVISM*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ.

วินัย วิไลลักษณ์. (2549). *แรงจูงใจ (Motives) และการจูงใจ (Motivation).* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ศรีนภา ภาคภูมิ. (2554). *การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง และ ทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธี Predict-Observe-Explain (POE).* มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์. (2550). พฤติกรรมผู้บริโภค. กรุงเทพฯ: บ้านเสรีรัตน์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

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

สุพาณี สฤษฏ์วานิช. (2552). *พฤติกรรมองค์การสมัยใหม่ แนวคิด และทฤษฎี พิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพฯ: คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2549). เทคโนโลยีการศึกษา :จากเทคโนโลยีถ่ายทอดมา สู่เทคโนโลยีทางปัญญา. วารสารเทคโนโลยีทางปัญญา, *1*, 3–7.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ มุทธเมธา. (2523). การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

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

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สามลดา.

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

อิศรา กานจักร. (2552). ศึกษากระบวนการสรางความรู้ของผู้เรียนที่เรียนจากโมเดลการสราง ชความรู้ของผู้เรียนบนพื้นฐานภูมิปญญาและมิติวิถีไทย. ขอนแก่น.

Baodi. (2003). Contemporise teaching strategies in general chemistry. *The ChinaPaper*, 30–41.

Brophy. (1992). Probing the subtleties of subject-matter teaching. *Educational Leadership*, *49*, 4–8.

Cobb. (1994). Constructivism and Learning. *International Encyclopedia of Education*, 1049–1051.

Coghlan and Brannick. (2001). *Doing Action Research in Your Own Organization*. London: Sage.

Coştu. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, *40*, 47–67.

Hülya. (2016). Effect of PDEODE Teaching Strategy on Turkish Students' Conceptual Understanding: Particulate Nature of Matter. *Journal of Education and Training Studies*, *7*, 78–90.

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

Johnson. (2012). *A short guide to action research (4th ed.)*. New Jersey: Pearson Education.

Kelly and Jone. (2007). Exploring how different features of animation of sodium chloride dissolution affect students 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.

Kolari and Savander. (2004). Visualisation promotes apprehension and comprehension. *International Journal of Engineering Education*, *20*, 484–493.

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

Nugraha. (2016). *PROMOTING STUDENTS' CONCEPTUAL CHANGE ON THE CONCEPT OF ECOSYSTEM THROUGH PDEODE (PREDICT-DISCUSS-OBSERVE- EXPLAIN-DISCUSS-EXPLAIN) TEACHING STRATEGY*. Universitas Pendidikan Indonesia.

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

Savander and Kolari. (2003). Promoting the conceptual understanding of engineering students through visualization. *International Journal of Engineering Education*, 189–199.

Searle and Gunstone. (1990). Conceptual change and physics instruction: a longitudinal study. *The American Educational Research Association*, 86.

Slavin. (1983). *Cooperative Learning*. New York: Longman.

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

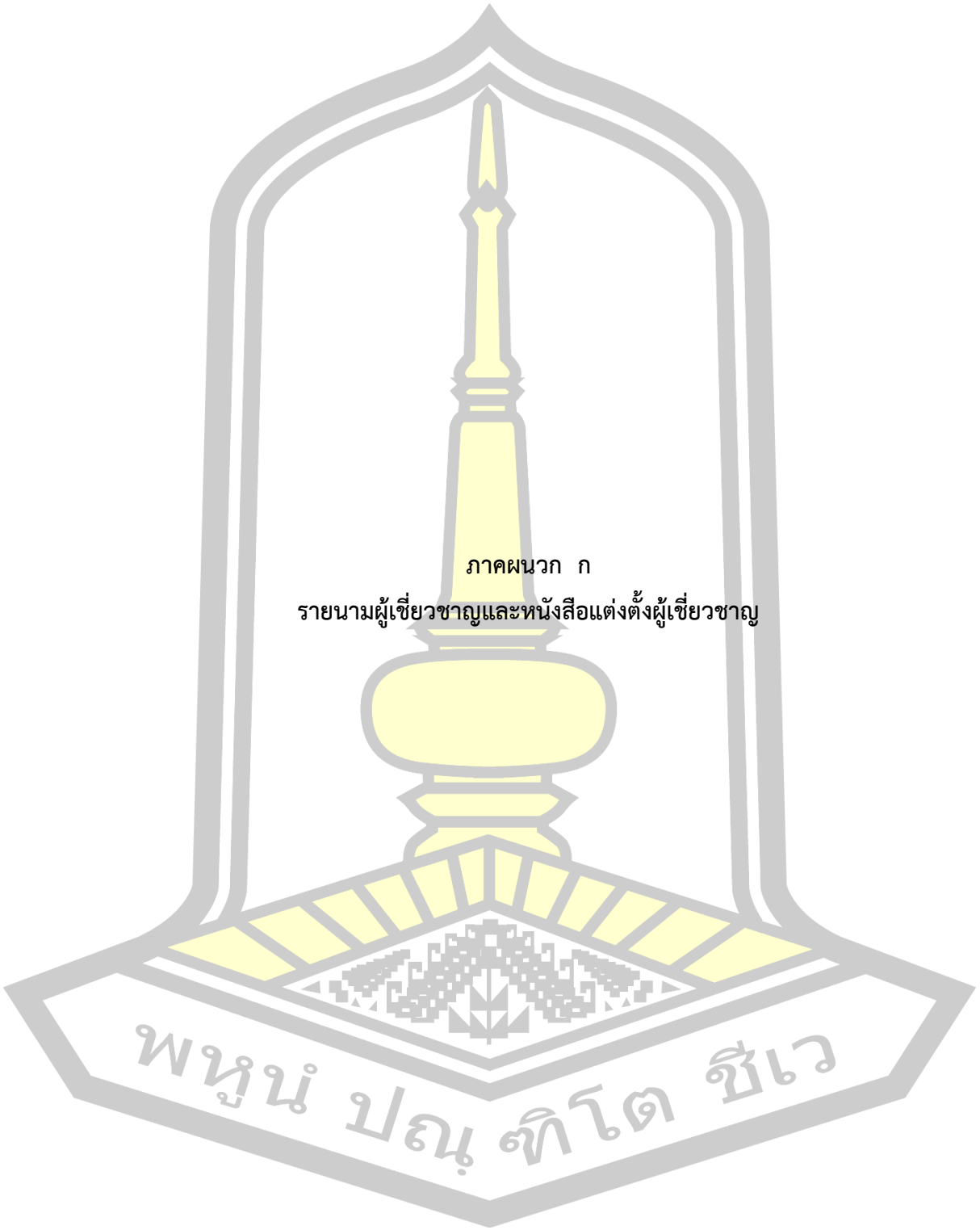
Westbrook and Marek. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, *28*, 649–660.

White and Gunstone. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.

Wu and Tsai. (2005). Effects of constructivist-oriented instruction on elementary school students' cognitive structures. *Journal of Biological Edcation*, *39*, 113–119.

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ	อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์	อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นายพรชัย ปานอุทัย	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
4. นางศิรินทร์พร ชลารักษ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
5. นางพิกุล พรมสาเพชร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ	อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์	อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นายพรชัย ปานอุทัย	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
4. นางศิรินทร์พร ชลารักษ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
5. นางพิกุล พรมสาเพชร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสัมภาษณ์นักเรียน

1. อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ	อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์	อาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นายพรชัย ปานอุทัย	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
4. นางศิรินทร์พร ชลารักษ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
5. นางพิกุล พรมสาเพชร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2670 21 พฤศจิกายน 2560
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นายชนะพงศ์ คำทา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2670 21 พฤศจิกายน 2560
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นายชนะพงศ์ คำทา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2670 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 พฤศจิกายน 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายพรชัย ปานอุทัย

ด้วย นายชนะพงศ์ คำทา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0801696889

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2670

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 พฤศจิกายน 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางศิรินทร์พร ชลารักษ์

ด้วย นายชนะพงศ์ คำทา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0801696889

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว 2670

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

21 พฤศจิกายน 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางพิกุล พรมสาเพชร

ด้วย นายชนะพงศ์ คำทา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE)” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

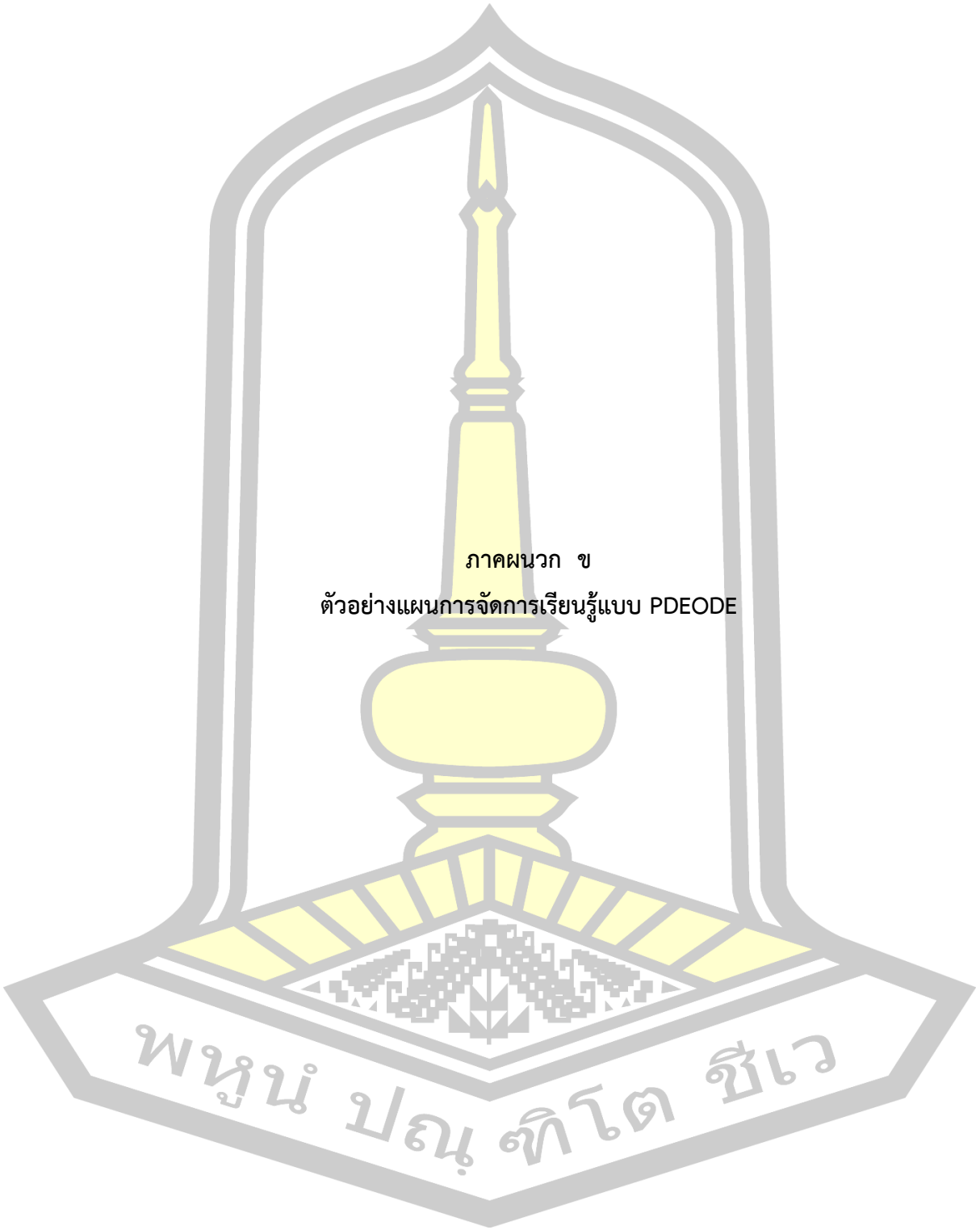
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0801696889



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PDEODE

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว 32223 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 1 ชั่วโมง 50 นาที

หน่วยที่ 14 ไฟฟ้ากระแส เรื่อง กระแสไฟฟ้า นายชนะพงศ์ คำทา

---

1. ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม.3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน

2. สาระสำคัญ

กระแสไฟฟ้าเกิดเมื่อมีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ ระหว่างปลายของตัวนำเชื่อมกับความต่างศักย์ การนำฟ้าในตัวกลางเป็นการทำให้มีกระแสไฟฟ้าในตัวกลาง และเรียกตัวกลางนั้นว่าตัวนำไฟฟ้า การนำไฟฟ้าในโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งปกติเคลื่อนที่อย่างไร้ระเบียบ โดยมีความเร็วเฉลี่ยเป็นศูนย์ แต่เมื่อมีสนามไฟฟ้าภายในแท่งโลหะจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยไม่เป็นศูนย์ คือ ความเร็วลอยเลื่อน ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในโลหะ กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า(ตัวกลาง) คือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งมีค่า $I = \frac{Nq}{t} = \frac{Q}{t}$

เมื่อ N เป็นจำนวนอนุภาคที่มีประจุ

q เคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางของตัวกลางในเวลา

t กระแสไฟฟ้าในตัวกลางมีทิศเดียวกับทิศทางของสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า

กระแสไฟฟ้าในตัวกลางโลหะ มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระหรือทิศทางกระแสอิเล็กตรอน โดยมีค่าขึ้นกับความหนาแน่น n และความเร็วลอยเลื่อน v ของอิเล็กตรอนอิสระ $I = nevA$ เมื่อ e คือ ประจุของอิเล็กตรอน และ A คือ พื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (Knowledge)

1.นักเรียนสามารถอธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำและปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้

2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

นักเรียนสามารถคำนวณกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้าได้

ด้านพฤติกรรมการเรียน (Attributes)

นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน

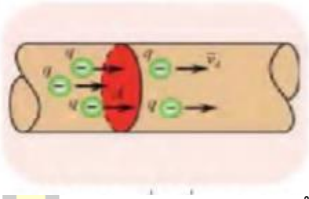
4. สาระการเรียนรู้

กระแสไฟฟ้าและการนำไฟฟ้า

5.กระบวนการเรียนรู้ (PDEODE)

ขั้นนำ	
Predict	1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการ ตั้งคำถามว่า นักเรียนใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันในการทำอะไรมากที่สุด กระแสไฟฟ้าคืออะไร กระแสไฟฟ้ามาจากไหน 2. ครูถามเพิ่มเติมว่าวัสดุใดที่สามารถนำไฟฟ้าได้ (ให้นักเรียนยกตัวอย่าง) 3. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) เพื่อทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยครูแจกกระดาษบรู๊ฟให้กลุ่มละ 1 แผ่น และ ครูแจกกระดาษ Post-it ให้นักเรียนทุกคนคนละ 2 แผ่น เพื่อใช้ตอบคำถาม 4. ครูนำอิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะสองชุดออกมาแสดงหน้าชั้นเรียนเพื่อจัดการเรียนการสอนในเรื่องการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า โดยอิเล็กโทรสโคปชุดที่หนึ่งมีประจุไฟฟ้า อิเล็กโทรสโคปตัวที่สองเป็นกลาง 5. ครูให้นักเรียนทำการนายขาโลหะของอิเล็กโทรสโคปแต่ละชุดว่าจะมีลักษณะเป็นอย่างไรหลังพาดโลหะ 6. นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของการทำนายลงในกระดาษ Post-it แล้วนำไปติดไว้กระดาษบรู๊ฟ 7. ครูให้นักเรียนทำนายเรื่องการนำไฟฟ้าจากชุดอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยมีวัสดุที่มี

	ทั้งฉนวนและตัวนำไฟฟ้า เช่น ลวด ยางลบ ดินสอ ให้นักเรียนทำนายวัสดุชนิดใดเป็นวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด เพราะอะไร 8. นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของการทำนายลงในกระดาษ Post-it แล้วนำไปติดไว้กระดาษบรู๊ฟ
Discuss	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่มว่าคำตอบของคำถามเป็นแบบใด เพราะอะไร พร้อมเขียนอธิบายลงในกระดาษบรู๊ฟ
Explain	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน
ขั้นสอน	
Observe	1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าโดยการพาดโลหะลงบนอิเล็กโทรสโคปชุดที่ 1 และชุดที่ 2 แล้วสังเกตขาอิเล็กโทรสโคปว่ามีลักษณะเป็นอย่างไรแตกต่างกันอย่างไร 2. ให้นักเรียนนำชุดอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยมีวัสดุดังนี้ ลวด ยางลบ ดินสอ หลอดไฟ 2.5 V และแบตเตอรี่ ให้นักเรียนทดลองหาว่าวัสดุชนิดใดเป็นวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด และให้เรียงลำดับการนำไฟฟ้าของวัสดุเหล่านั้น ครูคอยชี้แนะประเด็นสำคัญให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม
Discuss	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาลงข้อสรุปร่วมกันจากสิ่งที่นักเรียนแต่ละคนได้สังเกตเห็นในการทดลองโดยนำมาอภิปรายหาข้อสรุปร่วมกัน โดยให้เปรียบเทียบผลการทำนายก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ในหัวข้อที่ว่า - ลักษณะขาโลหะของอิเล็กโทรสโคปเมื่อทำการพาดโลหะเป็นอย่างไร - วัสดุชนิดใดมีความนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด 2. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือ ร่วมกันหาเหตุผลของคำถามว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น แล้วบันทึกในกระบรู๊ฟ
Explain	1. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนสรุปให้เพื่อนในห้องฟัง โดยที่ครูคอยชี้แนะประเด็นสำคัญให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และเปิดโอกาสให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ถามในส่วนที่สงสัย
ขั้นสรุป	
	1. ครูถามเพิ่มเติมว่า ที่ตำแหน่ง A มีศักย์ไฟฟ้า 3 โวลต์ และตำแหน่ง B มีศักย์ไฟฟ้า 0 โวลต์ หากนักเรียนนำลวดเชื่อมต่อตำแหน่งทั้งสอง กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางไปทางไหน (A ไป B) 2. ครูถามเพิ่มเติมว่า ที่ตำแหน่ง X มีศักย์ไฟฟ้า 12 โวลต์ และตำแหน่ง Y มีศักย์ไฟฟ้า 8

	โวลต์ หากนักเรียนนำลวดเชื่อมต่อตำแหน่งทั้งสอง กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางไปทางไหน (X ไป Y) 3. ให้นักเรียนเปิดหนังสือหน้าที่ 14 แล้วทำความเข้าใจกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ คือ ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา 4. ครูนำนักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าจากรูป  จนนำไปสู่สมการ $I = \frac{Q}{t}$ และ $I = nevA$ พร้อมทั้งให้ตัวแทนนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการอย่างละเอียด และยกตัวอย่างการคำนวณ ตัวอย่าง ถ้ามีกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ ในเส้นลวดโลหะเส้นหนึ่ง ประจุไฟฟ้าทั้งหมดที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดโลหะเส้นนั้นในเวลา 5.0 นาที จะมีค่าเท่าใด (300 C) 5. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า 6. ให้นักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 1 พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

6. สื่อ

1. แบบฝึกเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
3. power point

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1.นักเรียนสามารถอธิบายว่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำและปริมาณกระแสไฟฟ้าหาได้จากจำนวนประจุผ่านภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้	การประเมินคุณภาพผลงานของนักเรียนจากกระดาษบรู๊ฟและการประเมินแบบทดสอบ	แบบประเมินผลงานของนักเรียน และใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2	คะแนนผลงานรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
1. นักเรียนสามารถคำนวณกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดของความเร็วรอยเลื่อน และพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้	การประเมินแบบทดสอบ	ใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า ข้อที่ 3	คะแนนแบบฝึกหัดรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
1. นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	การประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน	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 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2556.

10. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบระหว่างเรียน

.....

.....

.....

วิธีแก้ปัญหา คือ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะจากการจัดกิจกรรม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายชนะพงศ์ คำทา)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

12. ความเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางศิรินทร์พร ชลารักษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 1

1. การนำไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าเกิดได้อย่างไร อธิบาย

ก. การเคลื่อนที่ของโปรตอน ข. การเคลื่อนที่อิเล็กตรอน

ค. การที่ไม่มีความต้านทานไฟฟ้า ง. การที่วัสดุชิ้นนั้นเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี

เพราะ.....

.....

.....

.....

2. หากต้องการเพิ่มกระแสไฟฟ้าในขดลวดโดยมีความเร็วลอยเลื่อน V_d ต้องเพิ่มปริมาณใดบ้าง จงอธิบาย

ก. เพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนและลดพื้นที่หน้าตัด

ข. ลดจำนวนอิเล็กตรอนและลดพื้นที่หน้าตัด

ค. เพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนและเพิ่มพื้นที่หน้าตัด

ง. ลดจำนวนอิเล็กตรอนและเพิ่มพื้นที่หน้าตัด

เพราะ.....

.....

.....

.....

3. ลวดโลหะเส้นหนึ่งมีอิเล็กตรอนอิสระ 5.0×10^{28} ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลวดมีพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ถ้าอิเล็กตรอนแต่ละตัวเคลื่อนที่ด้วยขนาดความเร็วรอยเลื่อน 0.30 มิลลิเมตรต่อวินาที จะมีกระแสไฟฟ้าเท่าใดในเส้นลวดนี้ (6A)

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินใบงานที่ 1

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายชนะพงศ์ คำทา)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุน ปณ ศิโร ชีวา

เกณฑ์การแบบประเมินใบงานที่ 1

ข้อที่	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1	คำตอบ ข. เหตุผล 1. การนำไฟฟ้าในตัวกลางเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ 2. มีเคลื่อนที่อย่างไร้ระเบียบ 3. สนามไฟฟ้าภายในแท่งตัวนำจะทำให้ตัวนำอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด
2	คำตอบ ค. เหตุผล 1. ในการเพิ่มกระแสไฟฟ้าในขดลวดต้องเพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนเพราะถ้าความหนาแน่นอิเล็กตรอนมากขึ้นกระแสไฟฟ้าจะมาขึ้นด้วย 2. ถ้าเพิ่มพื้นที่หน้าตัดกระแสไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสามารถ	คำตอบ ค. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ค. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ข. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ก. ข. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด

	ไหลได้มากขึ้น 3. เป็นไปตามสมการ $I = neV_d A$			
3	คำตอบ ง. เหตุผล 1. เขียนสูตรในการคำนวณ 2. แทนค่าลงในสูตรการคำนวณ 3. คำนวณค่าได้คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	คำตอบ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ข. หรือ ค. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	คำตอบ ก. ข. หรือ ค. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินผลงานนักเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

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

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 ปณ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

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

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์ประเมินพฤติกรรมการเรียน

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

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว 32222 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 55 นาที

หน่วยที่ 14 ไฟฟ้ากระแส เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า นายชนะพงศ์ คำทา

---

1. ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม.3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน

2. สาระสำคัญ

พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในเวลา t มีค่าเป็น

$$W = ITV = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$$

กำลังไฟฟ้า (P) เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราใช้พลังงานไฟฟ้า

$$P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (Knowledge)

นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้

ด้านพฤติกรรมการเรียน (Attributes)

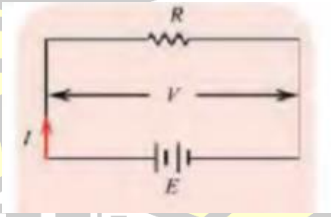
นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน

4. สาระการเรียนรู้

พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

5.กระบวนการเรียนรู้ (PDEODE)

ขั้นนำ	
Predict	1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการ ตั้งคำถามว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านของเราจะสามารถทำงานได้ต้องอาศัยอะไรเป็นแหล่งพลังงาน 2. ครูถามเพิ่มเติมว่าเราจะรู้ได้อย่างไรว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่ากัน ดูที่อะไร 3. ครูเตรียมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง โทรศัพท์มือถือ และ หลอดไฟแบบไส้ เป็นต้น แล้วถามนักเรียนว่า ตัวเลขและอักษรบนเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นหมายถึงอะไร เช่น 60W 220V หรือ 750W 220V ซึ่งตัวเลขเหล่านี้นำไปใช้ในการคำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น 4. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) เพื่อทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยครูแจกกระดาษบรู๊ฟที่แบ่งช่องส่วนของ การทำนาย การอภิปรายครั้งที่ 1 และการอภิปรายครั้งที่ 2 ให้กลุ่มละ 1 แผ่น และ ครูแจกใบคำถามเรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ขนาดครึ่ง a4 ให้นักเรียนทุกคน เพื่อใช้ตอบคำถาม 5. ครูให้นักเรียนทำการนายจากคำถาม -ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันแบบใด พร้อมอธิบาย 6. นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของการทำนายลงในใบคำถามเรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า แล้วนำไปแปะไว้กระดาษบรู๊ฟในส่วน การทำนาย
Discuss	1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในกลุ่มว่าคำตอบของคำถามเป็นแบบใด เพราะอะไร พร้อมเขียนอธิบายลงในกระดาษบรู๊ฟอีกครั้ง ในส่วนอภิปรายครั้งที่ 1
Explain	1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบที่ได้จากการอภิปรายครั้งที่ 1 ร่วมกันในห้อง
ขั้นสอน	
Observe	1. ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า จากคลิปวีดีโอตามลิงค์ https://www.youtube.com/watch?v=Xzby76ZTgsI
Discuss	1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการชมคลิปวีดีโอ โดยนำมาอภิปรายหาข้อสรุปร่วมกัน โดยให้เปรียบเทียบผลการทำนายก่อนชมคลิปวีดีโอละหลังชมคลิปวีดีโอ ในหัวข้อเดิม

	ที่ว่า - ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันแบบใด 2. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือ เรียน สสวท. ร่วมกันหาเหตุผลของคำถาม ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ มีความสัมพันธ์กันแบบใด พร้อมเขียนอธิบายอย่างละเอียด แล้วบันทึกในกระบวนการในส่วนการอภิปรายครั้งที่ 2
Explain	1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายในส่วนการอภิปรายครั้งที่ 2 ให้เพื่อนในห้องฟังโดยที่ครูคอยชี้แนะประเด็นสำคัญให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และเปิดโอกาสให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ถามในส่วนที่สงสัย
ขั้นสรุป	
	1. ครูถามเพิ่มเติมว่า ระหว่างโทรทัศน์ 760 W และเครื่องทำน้ำอุ่น 1300 W เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดกินไฟมากกว่ากัน ดูได้จากอะไร 2. ให้นักเรียนเปิดหนังสือเรียน สสวท. หน้าที่ 98 แล้วทำความเข้าใจเรื่องพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า 3. ครูนำนักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าจากรูป วงจรไฟฟ้าที่ต่อด้วยตัวต้านทานและแบตเตอรี่  จนนำไปสู่สมการ พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในเวลา t มีค่าเป็น $$W = ITV = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$$ กำลังไฟฟ้า (P) เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราใช้พลังงานไฟฟ้า $$P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$$ พร้อมทั้งให้ตัวแทนนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการอย่างละเอียด และยกตัวอย่างการคำนวณ

	ตัวอย่าง ให้นักเรียนคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าจากวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3 แอมแปร์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 โวลต์ เป็นเวลา 10 วินาที (150 จูล) 4. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 5 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า 5. ให้นักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 5 พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

6. สื่อ

1. ใบงานที่ 5 เรื่อง พลังงานและกำลังไฟฟ้า
2. ใบคำถามเรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
3. คลิปวีดีโอตามลิงค์ https://www.youtube.com/watch?v=Xzby76ZTgsI

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัดประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้	การประเมินคุณภาพผลงานของนักเรียนจากกระดาษบรู๊ฟ	แบบประเมินผลงานของนักเรียน	คะแนนผลงานรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
นักเรียนสามารถทำการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ได้	การประเมินแบบทดสอบ	ใบงานที่ 5 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2	คะแนนแบบฝึกหัดรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความมุ่งมั่นการทำงาน	การประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน	แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน	คะแนนพฤติกรรมระหว่างเรียนรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

8. แหล่งเรียนรู้

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

2. เอกสารประกอบการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 4 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

3.www.rmutphysics.com

4. www.trueplookpanya.com

9. อ้างอิง

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

10. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบระหว่างเรียน

.....

.....

.....

วิธีแก้ปัญหา คือ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะจากการจัดกิจกรรม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายชนะพงศ์ คำทา)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

12. ความเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางศิรินทร์พร ชลารักษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่.....

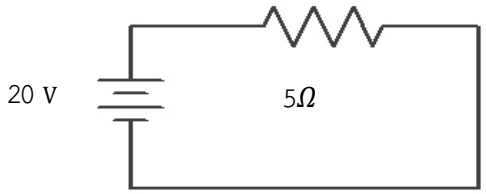
ใบคำถามเรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ มีความสัมพันธ์กันแบบใด พร้อมอธิบาย

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 5

1. จากรูปวงจรข้างล่างให้นักเรียนทำการคำนวณหากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าว่ามีเท่าใด



ก. 80 วัตต์ ข. 60 วัตต์

ค. 40 วัตต์ ง. 20 วัตต์

เพราะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ต่อแบตเตอรี่แอลคาไลน์ 1.5 โวลต์ 2 ก้อน แบบอนุกรม ทำให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมแปร์ กับวิทยุขนาดเล็กได้นาน 20 ชั่วโมง อยากทราบพลังงานไฟฟ้าที่วิทยุเครื่องนี้ใช้

ก. 1.2×10^{-3} kWhr ข. 1.0×10^{-3} kWhr

ค. 0.8×10^{-3} kWhr ง. 0.6×10^{-3} kWhr

เพราะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินใบงานที่ 5

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายชนะพงศ์ คำทา)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5

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

แบบประเมินผลงานนักเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

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

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 ปณ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน

วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

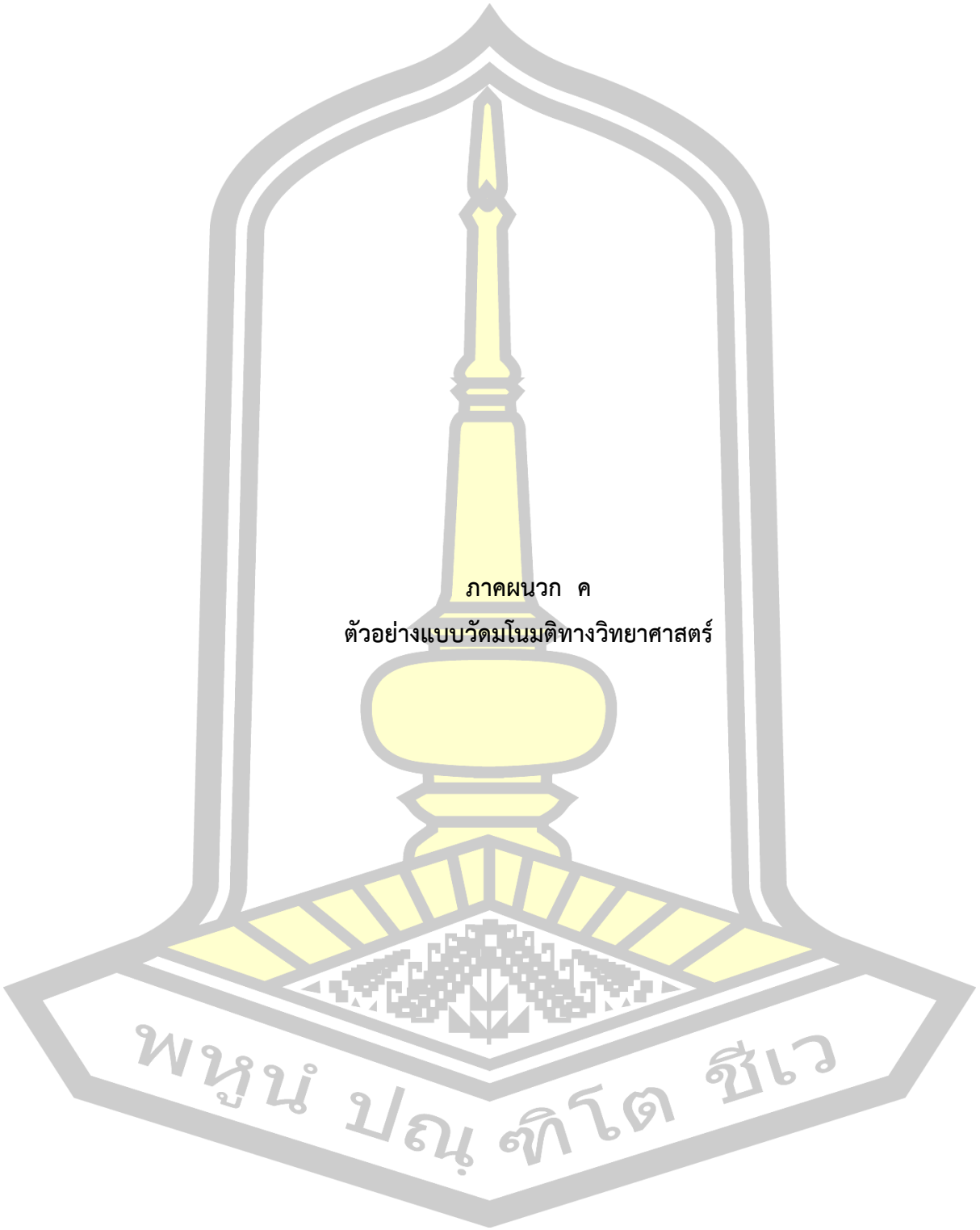
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

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

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)	ได้ 4 คะแนน
ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)	ได้ 3 คะแนน
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS)	ได้ 2 คะแนน
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)	ได้ 1 คะแนน
ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU)	ได้ 0 คะแนน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. การนำไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าเกิดได้อย่างไร อธิบาย

ก. การเคลื่อนที่ของโปรตอน ข. การเคลื่อนที่อิเล็กตรอน

ค. การที่ไม่มีความต้านทานไฟฟ้า ง. การที่วัสดุชิ้นนั้นเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจมโนมติ	แนวคำตอบ	คะแนน
ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด</u> คำตอบ ข. เหตุผล 1. ประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา 2.กระแสไฟฟ้ามีทิศทางจากตำแหน่งศักย์สูงกว่าไปศักย์ต่ำกว่า 3. กระแสไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน	4
ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน</u> คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	3
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial	<u>คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน</u>	2

Understanding with Specific Alternative Conception : PS)	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)	<u>คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด</u> คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด	1
ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU)	<u>คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม</u>	0

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

2. หากต้องการเพิ่มกระแสไฟฟ้าในขดลวดโดยมีความเร็วลอยเลื่อน V_d ต้องเพิ่มปริมาณใดบ้าง จงอธิบาย

ก. เพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนและลดพื้นที่หน้าตัด

ข. ลดจำนวนอิเล็กตรอนและลดพื้นที่หน้าตัด

ค. เพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนและเพิ่มพื้นที่หน้าตัด

ง. ลดจำนวนอิเล็กตรอนและเพิ่มพื้นที่หน้าตัด

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจมโนมติ	แนวคำตอบ	คะแนน
ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด</u> คำตอบ ค. เหตุผล 1. ในการเพิ่มกระแสไฟฟ้าในขดลวด ต้องเพิ่มจำนวนอิเล็กตรอนเพราะถ้าความหนาแน่นอิเล็กตรอนมากขึ้น กระแสไฟฟ้าจะมาขึ้นด้วย 2. ด้วย ถ้าเพิ่มพื้นที่หน้าตัดกระแสไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้มากขึ้น 3. เป็นไปตามสมการ $I = neV_dA$	4
ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน</u> คำตอบ ค. เหตุผล	3

	นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน</u> คำตอบ ค. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ข. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	2
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)	<u>คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด</u> คำตอบ ก. ข. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด	1
ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU)	<u>คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม</u>	0

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. 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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจมโนมติ	แนวคำตอบ	คะแนน
ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด</u> คำตอบ ข. เหตุผล 1. กระแสไฟฟ้าในวงจรเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว 2. ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านที่ต่อแบบอนุกรมเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานแต่ละตัว 3. เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ให้กับวงจรไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มมากขึ้นตาม	4
ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน</u> คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	3

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS)	คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	2
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)	คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด	1
ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU)	คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม	0

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

2. ถ้านักเรียนมีหลอดไฟจำนวน 4 หลอด ทุกหลอดมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ นักเรียนจะต้องต่อวงจรอย่างไร เพื่อให้ได้ความสว่างมากที่สุดและเหมาะสำหรับการต่อหลอดไฟฟ้าในบ้านมากที่สุด เพราะอะไร

ก. แบบอนุกรม ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม ง. แบบใดก็ได้

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

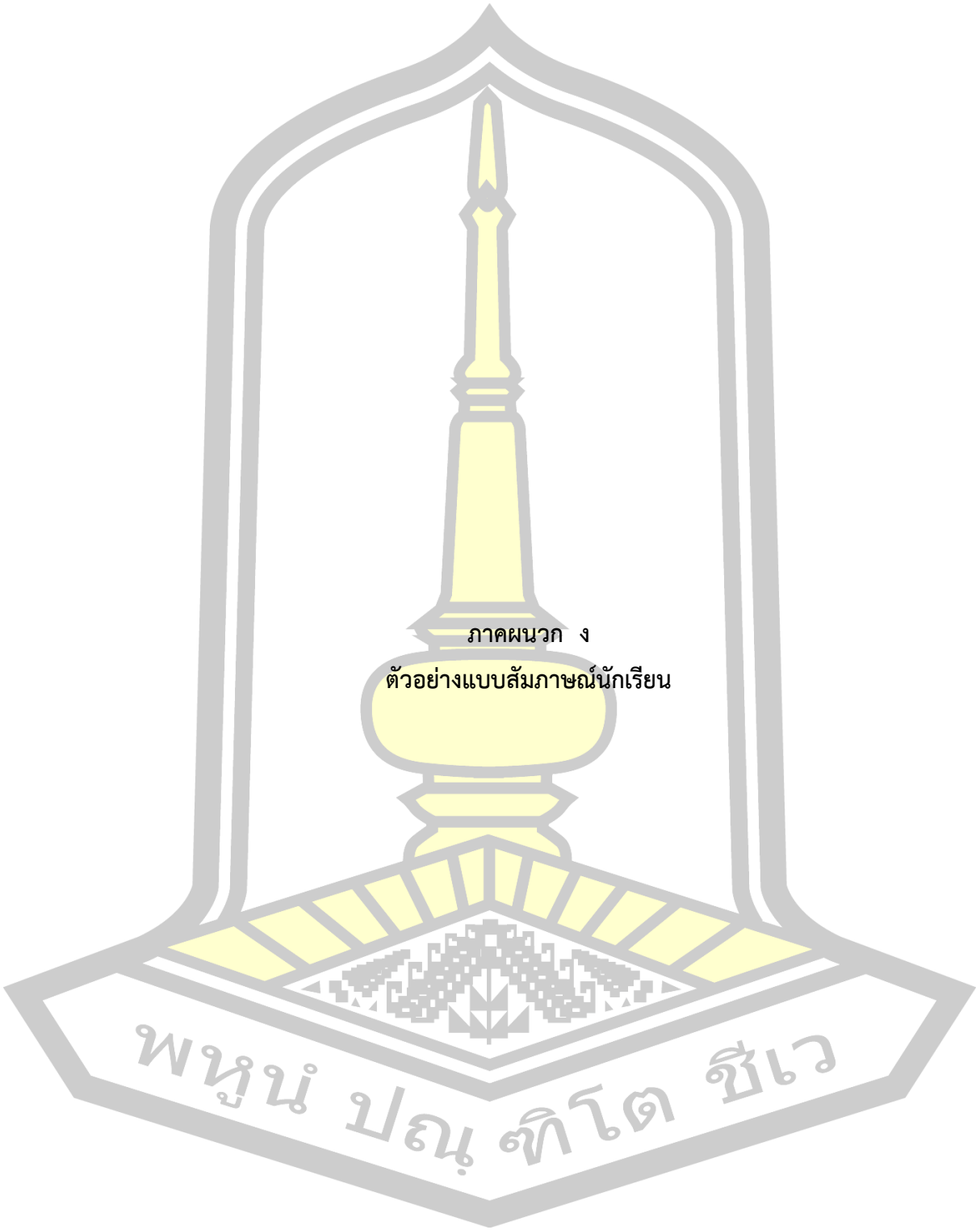
.....

เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจมโนมติ	แนวคำตอบ	คะแนน
ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด</u> คำตอบ ข. เหตุผล 1. ทำให้ความต้านทานรวมไฟฟ้าในวงจรลดลง 2. ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก 3. ถ้าหากมีหลอดใดหลอดหนึ่งดับหลอดที่เหลือก็ยังส่องสว่างต่อได้	4
ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)	<u>คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน</u> คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญสองประการ	3
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial	<u>คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน</u>	2

Understanding with Specific Alternative Conception : PS)	คำตอบ ข. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งประการหรือไม่ให้องค์ประกอบที่สำคัญ คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองประการ	
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)	<u>คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด</u> คำตอบ ก. ค. หรือ ง. เหตุผล นักเรียนให้องค์ประกอบที่สำคัญผิด	1
ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU)	<u>คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม</u>	0

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อนักเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....

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

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน(วงจรปฏิบัติการที่ 1)

นักเรียนทราบหรือไม่ว่าไฟฟ้ามีส่วนสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนเราในปัจจุบันอย่างมาก ถือได้ว่าไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานหลักๆที่คนเราใช้อยู่ทุกวัน เช่น ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับหลอดไฟเพื่อให้เกิดความสว่าง ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับพัดลมที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล หรือแม้กระทั่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นักเรียนใช้อยู่ทุกวัน เช่น โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์ อุปกรณ์เหล่านี้ล้วนใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น เพื่อให้ชีวิตของคนเรามีความสะดวกสบายมากขึ้น

คำถาม กระแสไฟฟ้าเกิดได้อย่างไร

.....

.....

คำถาม ถ้าเพิ่มความต้านทานในเส้นลวดปริมาณกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง.....อย่างไร

.....

.....

คำถาม ถ้าเส้นลวดตัวนำมีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำดังนั้นค่าความต้านทานของเส้นลวดจะสูงหรือต่ำ.....เพราะอะไร

.....

.....

คำถาม แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์เหมือนกันหรือไม่.....อย่างไร.....

.....

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนคิดอย่างไรกับการเรียนขั้น Predict

.....

.....

2. นักเรียนคิดอย่างไรกับการเรียนขั้น Discuss1

.....

.....

3. นักเรียนคิดอย่างไรกับการเรียนขั้น Explain1

.....

.....

4. นักเรียนคิดอย่างไรกับการเรียนขั้น Observe

.....

.....

5. นักเรียนคิดอย่างไรกับการเรียนขั้น Discuss2

.....

.....

4. นักเรียนคิดอย่างไรกับการเรียนขั้น Explain2

.....

.....

ด้านครูผู้สอน

1. นักเรียนคิดว่าการสอนของครูเป็นอย่างไร

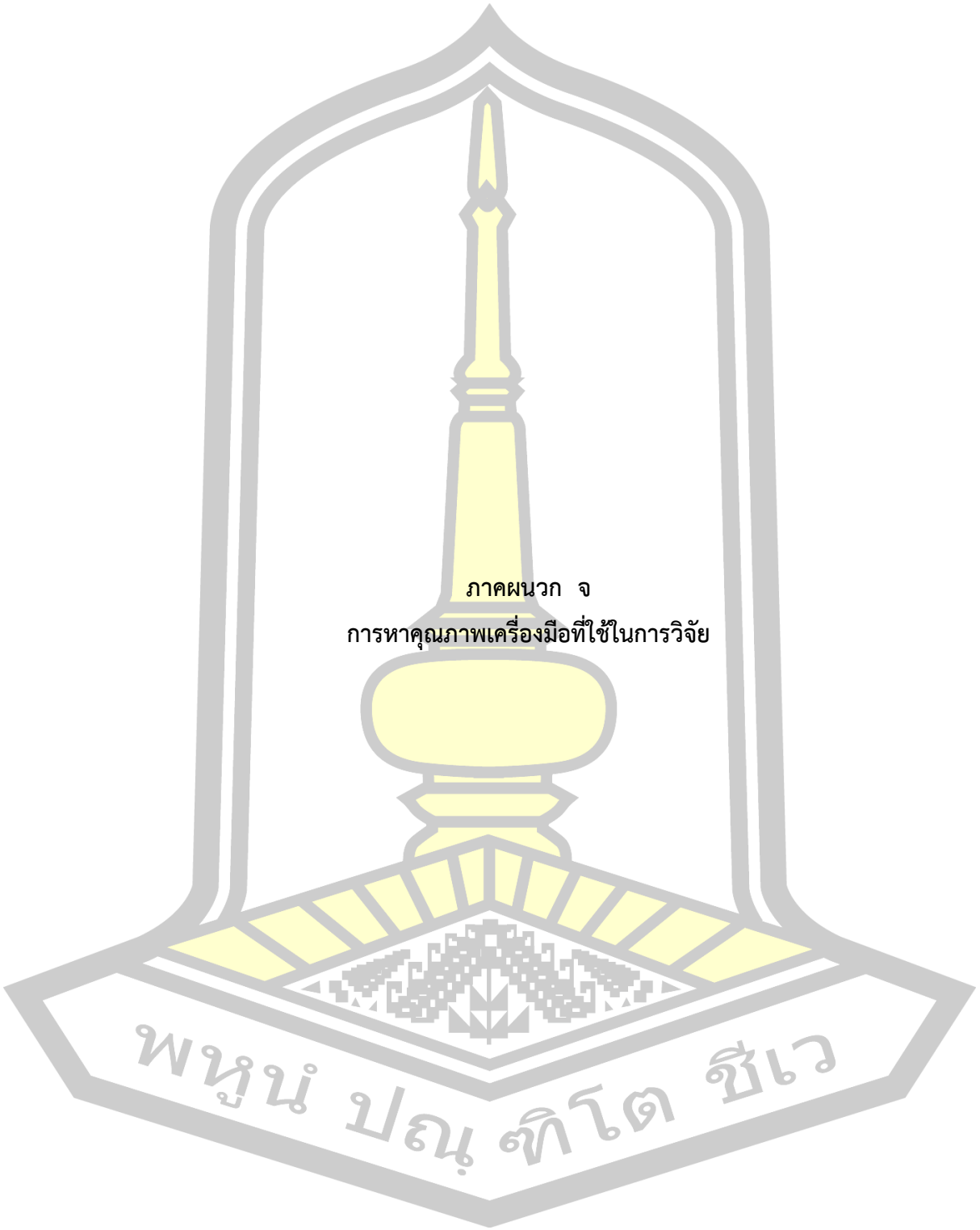
.....

.....

2. สิ่งที่นักเรียนต้องการให้ครูปรับปรุงคืออะไร

.....

.....



ภาคผนวก จ
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 17 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระแสไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
2	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
4	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
5	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
6	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
7	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
8	3	5	5	4	5	22	4.40	เหมาะสมมาก
9	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
10	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
11	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
12	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
13	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
14	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
15	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
16	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
17	3	5	5	4	5	22	4.40	เหมาะสมมาก
18	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
19	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
20	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
21	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
22	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
23	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							108.80	
รวมเฉลี่ย							4.73	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 18 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
4	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
5	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
7	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
9	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
10	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
13	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
14	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
15	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
16	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
17	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
18	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
19	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
21	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
22	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
23	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							112.80	
รวมเฉลี่ย							4.90	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 19 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
4	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6	3	5	5	4	5	22	4.40	เหมาะสมมาก
7	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
9	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
12	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
13	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
15	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
16	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
17	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
19	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
21	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
22	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
23	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							112.60	
รวมเฉลี่ย							4.90	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 20 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
7	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
9	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
10	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
11	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
13	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
15	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
16	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
17	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
18	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
19	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
21	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
22	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
23	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							113.20	
รวมเฉลี่ย							4.92	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 21 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานและกำลังไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
4	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
7	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
9	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
11	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
13	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14	3	5	5	4	5	22	4.40	เหมาะสมมาก
15	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
16	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
17	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
18	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
19	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
21	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
22	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
23	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							112.40	
รวมเฉลี่ย							4.89	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
5	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
7	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
9	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
13	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
15	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
16	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
17	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
19	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
21	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
22	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
23	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							113.00	
รวมเฉลี่ย							4.91	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
4	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
5	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
6	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
7	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
9	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
12	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
13	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
14	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
15	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
16	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
17	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
19	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
21	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
22	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
23	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							111.20	
รวมเฉลี่ย							4.83	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 24 ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
4	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
5	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6	5	5	5	4	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
7	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
9	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
12	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
13	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
14	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
15	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
16	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
17	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18	3	5	5	5	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
19	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20	4	5	5	4	5	23	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
21	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
22	5	5	5	5	5	25	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
23	4	5	5	5	5	24	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
รวม							111.40	
รวมเฉลี่ย							4.84	
ระดับคุณภาพ							เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ 25 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ค่า IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
กระแสไฟฟ้า	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
กฎของโอห์มและความต้านทาน	4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
พลังงานและกำลังไฟฟ้า	9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
การต่อตัวต้านทาน	10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
เครื่องวัดไฟฟ้า	11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	13	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
ระบบวงจรไฟฟ้าในบ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
ค่า IOC รวม								15.00	
ค่า IOC รวมเฉลี่ย								1.00	

ตารางที่ 26 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	คำถามข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชียวชาญ					รวมคะแนน	ค่า IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2. คำถามเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3. คำถามเกี่ยวกับครูผู้สอน	3	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
ค่า IOC รวม								2.80	
ค่า IOC รวมเฉลี่ย								0.93	

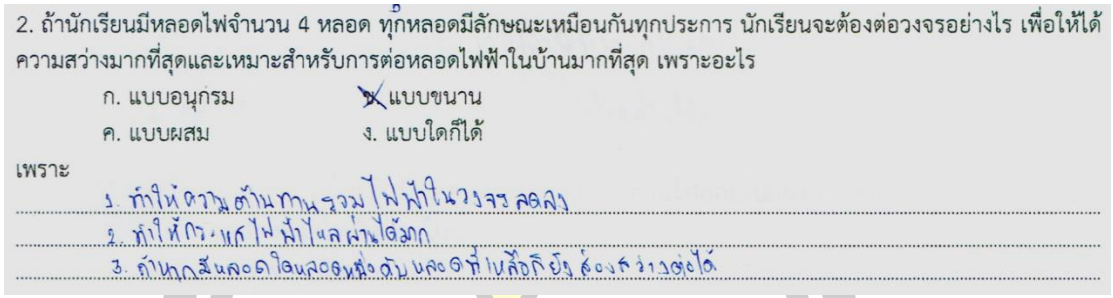
พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างภาพ

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ระดับ ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)


2. ถ้านักเรียนมีหลอดไฟจำนวน 4 หลอด ทุกหลอดมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ นักเรียนจะต้องต่อวงจรอย่างไร เพื่อให้ได้ความสว่างมากที่สุดและเหมาะสำหรับการต่อหลอดไฟฟ้าในบ้านมากที่สุด เพราะอะไร

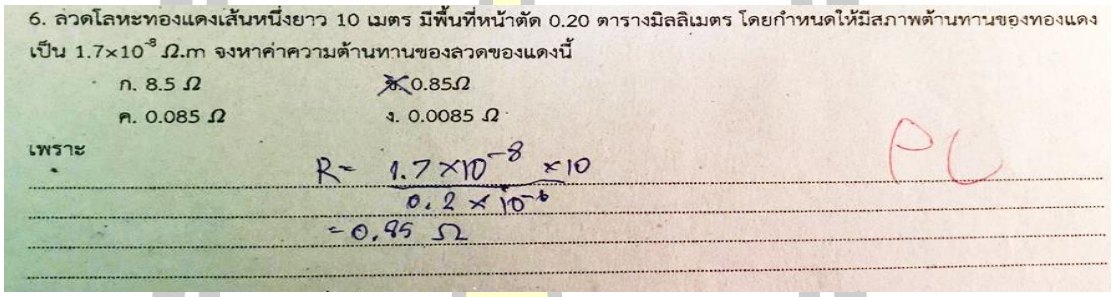
ก. แบบอนุกรม ✗ ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม ง. แบบใดก็ได้

เพราะ

1. ทำให้ความต้านทานรวมไฟฟ้าในวงจรลดลง
2. ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก
3. ถ้าหากมีหลอดใดหลอดหนึ่งขัดขวางหรือที่ไม่สัมพันธ์กัน หลอดที่ไม่สัมพันธ์กันสามารถสว่างต่อได้

ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ระดับ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)


6. ลวดโลหะทองแดงเส้นหนึ่งยาว 10 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.20 ตารางมิลลิเมตร โดยกำหนดให้มีสภาพต้านทานของทองแดงเป็น $1.7\times10^{-8}\ \Omega.m$ จงหาค่าความต้านทานของลวดของแดงนี้

ก. 8.5 Ω ✗ ข. 0.85Ω

ค. 0.085 Ω ง. 0.0085 Ω

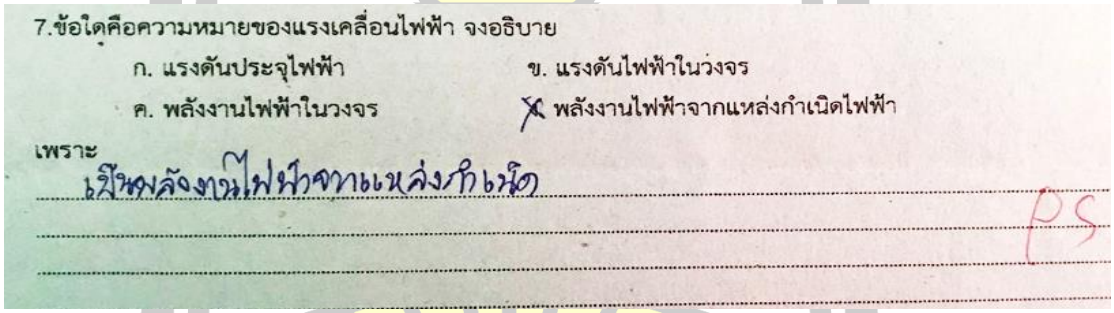
เพราะ

$R = \frac{1.7\times10^{-8}\times10}{0.2\times10^{-6}}$

$= 0.95\ \Omega$

PU

ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ระดับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)


7.ข้อใดคือความหมายของแรงเคลื่อนไฟฟ้า จงอธิบาย

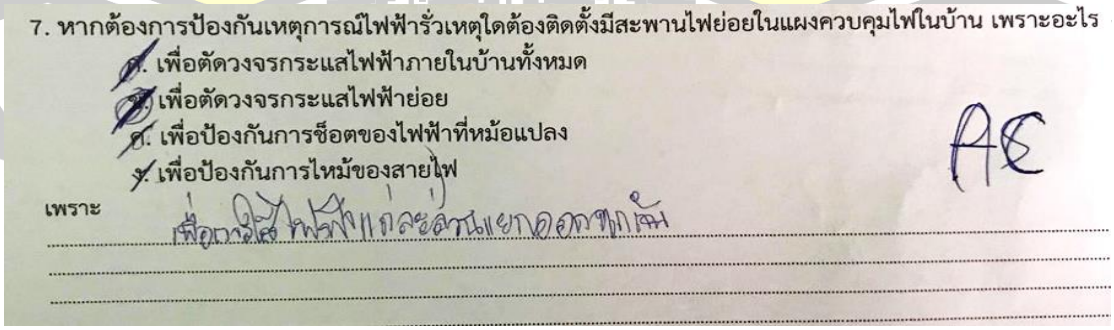
ก. แรงดันประจุไฟฟ้า ข. แรงดันไฟฟ้าในวงจร

ค. พลังงานไฟฟ้าในวงจร ✗ ง. พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

เพราะ เป็นพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิด

PS

ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ระดับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)


7. หากต้องการป้องกันเหตุการณ์ไฟฟ้ารั่วเหตุใดต้องติดตั้งมีสะพานไฟย่อยในแผงควบคุมไฟในบ้าน เพราะอะไร

ก. เพื่อตัดวงจรกระแสไฟฟ้าภายในบ้านทั้งหมด

ข. เพื่อตัดวงจรกระแสไฟฟ้าย่อย

ค. เพื่อป้องกันการช็อตของไฟฟ้าที่หม้อแปลง

✗ ง. เพื่อป้องกันการไหม้ของสายไฟ

เพราะ เพื่อความปลอดภัยและสามารถแยกออกจากกันได้

AE

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายชนะพงศ์ คำทา
วันเกิด	วันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2536
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 6 ซอยแจ้งสนิท 7 ถนนแจ้งสนิท ตำบลในเมือง อำเภอเมืองอุบลราชธานี 34000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2558 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2561 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์(สควค.)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว