

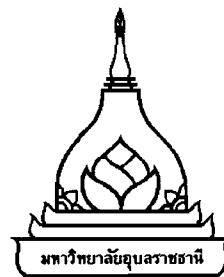
การสอนแบบท่านาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด
เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

คราุษ นาเสจีym

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต^๑
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี^๒

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี^๓



**THE USE OF PREDICTION OBSERVATION EXPLANATION
TECHNIQUE TO ENHANCE STUDENT'S CONCEPTUAL
KNOWLEDGE IN DIRECT CURRENT CIRCUIT**

SARAWUT NASANGIUM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THEEQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
YEAR 2011
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ในรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด
เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ผู้จัด นายนคราช นาสีเจียม

ได้พิจารณาหนึ่งรอบโดย

.....
ธีรศ.

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
*(ดร.สุระ วุฒิพรหม)
คงกมล ชนเชิง*

กรรมการ

.....
*(ดร.โชคศิลป์ ชนเช้อง)
คง กมล*

กรรมการ

.....
(ดร.กุลธิดา นุกูลธรรม)

คณบดี

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....
คง กมล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2554

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สุระ วุฒิพรหม อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณายieldให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจสอบแก่ไขจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอ
กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

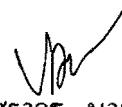
ขอกราบขอบพระคุณ ดร.โชคศิลป์ ชนเสื่อง ดร.กุลธิดา นฤกุลธรรม ที่กรุณาเป็น
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก่ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์
เสร็จสมบูรณ์ รวมถึงคณาจารย์สาขาวิชาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกท่านที่ได้
ถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับการศึกษาและการวิจัยให้แก่ข้าพเจ้า

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา พร้อมทั้งคณะครุ
และนักเรียนในโรงเรียนทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ร่วมมือ ตลอดจนอำนวยความสะดวกและให้
ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ชาววิชาศาสตร์ศึกษาและชาวพิสิกส์ทุกท่านที่เคยให้ความ
ช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิชาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) ที่ให้การ
สนับสนุนทุนการศึกษาแก่นักศึกษาทุนโครงการส่งเสริมการสอนวิชาศาสตร์และคณิตศาสตร์
(สควค.)

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อແสน คุณแม่บังอร นาเสรีเยม และทุกคนใน
ครอบครัวที่ได้ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและ
ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิคามารค่า ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้
ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ขออภัยหากมีความผิดพลาดใดๆ ก็ตาม จงคล
บันดาลให้ทุกท่านมีแต่ความสุข ความเจริญตลอดไป


 (นายศราวุฒิ นาเสรีเยม)
 ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ แนวคิด
เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

โดย : คราชุช นาเส่ยม

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตรศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ดร. สุรัส ภูมิพรหม

ศัพท์สำคัญ : การทำนาย สังเกต อธิบาย แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แล้วศึกษาผลสัมฤทธิ์ ความก้าวหน้าทางการเรียน และความ พึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สาขิต อธิบาย กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน โรงเรียนทุ่งใหญ่วรัตนศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 25 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้ ข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และ แบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที่ และ normalized gain ผลการวิจัยพบว่า POEs มีประสิทธิภาพ 84.56/80.53 นักเรียนที่ได้เรียนรู้ POEs มีความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (average normalized gain, $\langle g \rangle$ เท่ากับ 0.73) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบ POEs อยู่ในระดับมาก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การสอนทำนาย สังเกต อธิบายสามารถ เพิ่มความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนได้ เมื่อจากนักเรียนค้นพบเหตุการณ์ได้จริงตามกิจกรรมการ ทดลอง

ABSTRACT

TITLE : THE USE OF PREDICTION OBSERVATION EXPLANATION
TECHNIQUE TO ENHANCE STUDENT'S CONCEPTUAL KNOWLEDGE
IN DIRECT CURRENT CIRCUIT

BY : SARAWUT NASANGIUM

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : SURA WUTTIPROM, Ph.D.

KEYWORDS : PREDICT OBSERVE EXPLANATION / TEST UNDERSTANDING OF THE
CONCEPT

The purposes of this research were to develop the interactive learning approach for direct current circuit by using Prediction-Observation-Explanation (POE) technique. The target group was 38 students from grade 12, Thungyairattanasuksa school, Education Service Mattayomsuksa Area Office 25 studying in semester of 2010 academic year. The one group pretest – posttest design was employed in carrying out the study. The research tools consisted of lesson plans with POE technique, the direct circuit circuit achievement test and satisfaction survey. The data were analyzed into the average percentage, standard deviation, t-test and normalized gain. The results showed that the efficiency of the POE technique was 84.56/80.53 which was higher than expected standard. There was statistically significant mean difference between the pretest and posttest at significant level of .05. The class average normalized gain was in the high gain $\langle g \rangle = 0.73$. Moreover, it was found that the assessment of the students was satisfied with the learning activities of teachers at a high level. Research shows that learners can increase the concept as students encourage the real activities.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	น
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	ฉ
1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ปัญหาในการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การสอนแบบทำนาย สังเกต อธินาย	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE	8
3.2 ข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิด	10
3.3 ชุดทดลอง POE	11
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล	
4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการสอนแบบ POE	22
4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบ POEs	24
4.3 ความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนก่อน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	26
4.4 ผลการประเมินความก้าวหน้าการเรียนแบบ POE	38
4.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายเรื่อง	40
4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล	44
4.7 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ	45
4.8 การวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ POE	47
5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	
ก คะแนนและผลการคำนวณทางสถิติ	58
ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	77
ค ชุดปฏิบัติการและแผนการจัดการเรียนรู้	87
ง ภาพกิจกรรมการเรียนการสอน	136
ประวัติผู้วิจัย	144

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 เนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบ POE	10
3.2 การออกแบบการสร้างข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	11
3.3 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า	12
3.4 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและบันทึกผลการทดลอง เรื่องการวัดแรงดันไฟฟ้า	14
3.5 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของตัวนำต่างชนิดกัน มีต่อความด้านทานไฟฟ้า	15
3.6 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของความยาว ของลวดตัวนำมีต่อความด้านทานไฟฟ้า	16
3.7 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของพื้นที่หน้าตัด มีต่อความด้านทานไฟฟ้า	16
3.8 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของอุณหภูมิ มีต่อความด้านทานไฟฟ้า	17
3.9 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบอนุกรมและแบบขนาน	18
3.10 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม	19
3.11 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์	20
3.12 การแบ่งเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องวงจร ไฟฟ้ากระแสตรง	21
4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการสอนแบบ POE	22
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนจำนวน 38 คน	24
4.3 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า	27
4.4 ในงานข้อคำถมจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า	28

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า	28
4.6 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดแรงดันไฟฟ้า	29
4.7 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดแรงดันไฟฟ้า	30
4.8 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของตัวนำต่างชนิดกัน มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	31
4.9 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของความยาว ของลวดตัวนำมีต่อความต้านทานไฟฟ้า	32
4.10 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของพื้นที่หน้าตัด มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	33
4.11 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของอุณหภูมิ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	34
4.12 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการต่อเซลล์ ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน	35
4.13 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบอนุกรมและแบบขนาน	35
4.14 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบผสม	36
4.15 ใบงานข้อคำダメจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องเปรียบเทียบ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์	37
4.16 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนแบบ POE	38
4.17 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์	40
4.18 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องความต้านทานไฟฟ้า	41
4.19 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องแรงคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.20 วิเคราะห์ข้อสอบที่ที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด	46
4.21 วิเคราะห์ข้อสอบที่ที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด	47
4.22 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE	48
4.23 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ตามหัวข้อที่	50
ก.1 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แผนการสอนแบบ POE	59
ก.2 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างก่อนเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE แยกเป็นรายเรื่อง และรายบุคคล	62
ก.3 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างหลังเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE แยกเป็นรายเรื่อง และรายบุคคล	64
ก.4 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรวมทุกรายเรื่อง	66
ก.5 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์	68
ก.6 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องสภาพด้านทันทนาและสภาพนำไฟฟ้า	70
ก.7 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องแรงดึงเคลื่อนไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า	72
ก.8 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ	74
ก.9 คะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	75

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	9
3.2 การวัดไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์	12
3.3 การวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจร	13
3.4 ผลของตัวนำต่างชนิดกัน มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	15
3.5 ผลของความยาวของ漉คตัวนำ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	15
3.6 ผลของพื้นที่หน้าตัด มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	16
3.7 ผลของอุณหภูมิ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	17
3.8 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน	18
3.9 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม	19
3.10 การต่อเซลล์ไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์	20
4.1 เปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนแต่ละเรื่อง	25
4.2 การวัดไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์	27
4.3 การวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจร	29
4.4 ผลของตัวนำต่างชนิดกัน มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	30
4.5 ผลของความยาวของ漉คตัวนำ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	31
4.6 ผลของพื้นที่หน้าตัด มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	32
4.7 ผลของอุณหภูมิ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า	33
4.8 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน	34
4.9 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม	36
4.10 การต่อเซลล์ไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์	37
4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.12 ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์ และแอมมิเตอร์	41
4.13 ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องความต้านทานไฟฟ้า	42
4.14 ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องแรงคีลี่นไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า ระหว่างขั้วไฟฟ้า	43
4.15 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล	44
4.16 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ	45
ค.1 การวัดความต้านทานของตัวต้านทาน	137
ค.2 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง	137
ค.3 การออกแบบอุปกรณ์การศึกษาหน้าชั้นเรียน	138
ค.4 การต่อหลอดไฟฟ้าในวงจร	138
ค.5 นักเรียนพึงคำชี้แจงจากครูผู้สอนก่อนทำการทดลอง	139
ค.6 นักเรียนเริ่มทำการทดลองโดยไม่ต้องคำนึงถึงภัยในกุญแจ	139
ค.7 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 1 ก้อน	140
ค.8 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 2 ก้อน เมื่อต่อแบบอนุกรม	140
ค.9 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 2 ก้อน เมื่อต่อแบบขนาน	141
ค.10 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 3 ก้อน เมื่อต่อแบบขนาน	141
ค.11 การวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเมื่อต่อแบบอนุกรม	142
ค.12 การวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเมื่อต่อแบบขนาน	142
ค.13 การต่อถ่านแบบเทอร์จานวน 3 ก้อนเพื่อวัดแรงดันรวม	143
ค.14 การต่อหลอดไฟกับแบบเทอร์ในลักษณะต่าง ๆ	143

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พิสิกส์คือวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ การได้มาซึ่งความรู้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต้องอาศัยการค้นพบ (inquiry) แนวโน้มของการเรียนการสอนพิสิกส์เปลี่ยนจาก passive teaching คือ ครูอธิบาย บรรยาย และเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้ทั้งหมด ไปเป็นการสอนแบบที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติมีการได้ตอบระหว่างนักเรียนกับครู active learning

หัวใจสำคัญของการเรียนการสอนวิชาพิสิกส์ คือ การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการค้นพบด้วยตนเอง ให้มีกิจกรรมที่สุด เช่น การเรียนการสอนแบบทดลอง ซึ่งแบ่งได้เป็น หลากหลายด้านตั้งแต่ครุภัณฑ์ปัญหา กิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทั้งหมดให้แก่นักเรียน ไปจนถึงนักเรียนกำหนดปัญหา ออกแบบกิจกรรม เลือกวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทั้งหมดเพื่อสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง

การสอนแบบท่านาย สังเกต อธิบายเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด (Predict Observe Explanation : POEs) เป็นรูปแบบ การสอนที่พัฒนาขึ้นโดย White และ Gunstone (1992) POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายกัน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนท่านายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนท่านายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ท่านายไว้กับผลจากการสังเกต

หลังจากนั้นการเรียนการสอนแบบ POE ปรากฏในงานวิจัยของ น้ำค้าง จันเสริม (2551) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องงานและพลังงานบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตั๊ด-ติวิสต์โดยใช้วิธี POE พนวจทำให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนสูงขึ้น และส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ปรากฏในงานวิจัยของ ณรากรณ์ บุญกิจ (2553) เรื่องแสง ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหลวแต่นักเรียนบางส่วนมีความคิด

ว่าแสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรง และแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุนหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรงแสดงสมบัติทั้งคูล์และอนุภาค ทรงกรانต์ มูลศรีแก้ว (2553) ได้ศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องของไฟฟ้า วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์ เพื่อศึกษาและจัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียนโดย เทียบกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมี ตัวแทนความคิดที่แสดงออกแตกต่างกัน แต่หลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมาได้ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทาง วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ตระหนักรถึงความสำคัญของการสอนแบบ POE เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด น่าจะช่วยพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น โดยผู้วิจัยเลือกหัวข้อ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพราะจากผลการทดสอบระดับชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปี พ.ศ. 2551 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอนุภัติ เขต 4, 2551) อยู่ในลำดับที่ 52 ของเขตพื้นที่ การศึกษาจากทั้งหมด 83 โรงเรียน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.63 โดยเฉพาะมาตรฐานที่ 5.1 คะแนนเต็ม 11.25 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.28 ปี พ.ศ. 2552 อยู่ในลำดับที่ 69 ของเขตพื้นที่การศึกษา คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.58 มาตรฐานที่ 5.1 คะแนนเต็ม 11.25 ได้คะแนนเฉลี่ย 2.50 (สำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาอนุภัติ เขต 4, 2552) ซึ่งคะแนนที่ได้ขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึง คิดที่จะพัฒนาความเข้าใจแนวคิดในเรื่องดังกล่าว โดยยึดรูปแบบการสอนที่ผสมผสานระหว่างการ บรรยายและการทดลอง โดยนักเรียนคาดเดาคำตอบล่วงหน้า เขียนคำตอบลงในกระดาษทำนายผล การทดลอง จากนั้นทำให้นักเรียนสร้างแนวความคิดที่ถูกต้องจากการทดลองที่เห็นได้จริง หลังจาก นั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ถูกต้องลงในกระดาษทำนายผลการทดลอง อีกชุด หนึ่งซึ่งเมื่อเรียนแบบนี้แล้วนักเรียนจะเข้าใจหลักการต่าง ๆ ก็จะส่งผลให้เรียนรู้อย่างมีความสุข นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเพิ่มมากขึ้นและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างกันมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายเพื่อพัฒนาความ เข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
- 1.2.2 เพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
- 1.2.3 เพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.3 ปัญหาในการวิจัย

1.3.1 การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 หรือไม่ อย่างไร

1.3.2 การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายสามารถเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้หรือไม่ อย่างไร

1.3.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เป็นอย่างไร

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ศูนย์เครือข่ายทุ่งใหญ่ จำนวน 65 คน เป็นนักเรียนโรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา จำนวน 38 คน และนักเรียนโรงเรียนยาง คำพิทยาคม จำนวน 33 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน ทุ่งใหญ่รัตนศึกษา อำเภอระโนวน จังหวัดขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 กลุ่มที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 38 คน เลือกมาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายที่สร้างขึ้นโดยอ้างอิง เนื้อหาตามหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนทุ่งใหญ่ รัตนศึกษา อำเภอระโนวน จังหวัดขอนแก่น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางในการเรียนการสอนเรื่องการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายเพื่อ พัฒนาความเข้าใจแนวคิดในหัวข้ออื่น ๆ ในรายวิชาฟิสิกส์

1.5.2 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ POE

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะไว้ดังนี้

1.6.1 การสอนแบบท่านาย สังเกต อธิบายเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด (Predict Observe Explanation ; POEs) หมายถึง วิธีการสอนโดยนักเรียนท่านายผลว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไร เก็บคำตอบลงในใบงาน แล้วจึงลงมือทดลอง/พิสูจน์ หากคำตอบจากการทดลอง ทำให้นักเรียนสร้างแนวความคิดที่ถูกต้องจากการทดลองที่เห็นได้จริง หลังจากนั้นครุและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ถูกต้องลงในใบงาน อีกครั้งหนึ่ง

1.6.2 ความเข้าใจแนวคิด (conceptual understanding) หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านพุทธพิสัย โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.6.3 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน ($\text{actual gain} = (\% \text{ post-test}) - (\% \text{ Pre-test})$) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ ($\text{maximum possible gain} = (100\%) - (\% \text{ Pre-test})$) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 – 1.0 โดยอ้างอิงจากวิธีการวัดของ Hake (1998) เรียกว่า normalized gain

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารตำรา แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (Predict Observe Explanation ; POEs) เป็นรูปแบบ การสอนที่พัฒนาขึ้นโดย White และ Gunstone (1992) POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นก็ให้นักเรียนออกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนของการทำนาย (Predict) คือ จะเป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจาก การทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผล เกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย

2.1.2 ขั้นตอนของการสังเกต (Observing) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์ หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา

2.1.3 ขั้นตอนของการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้น ระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการทดลองหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่ง นักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทดลองกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา ไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพื่อจะทราบว่าจะต้องแก้ไขอย่างไรและในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้คุ้ยดูเอง นักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบโดยวิธีการ POE สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหา (Explore) และหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน

ขั้นตอน Prediction และการให้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองที่ได้มีความขัดแย้งกับคำทำนาย นักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดขึ้นมาใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบการสอนแบบ POE ถูกพัฒนาขึ้นโดย White และ Gunstone (1992) การคาดการณ์การค้นพบคำตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลและเหตุผลของพวกรебำรับการทำเหล่านี้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เฉพาะเจาะจง การศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องแสงก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ POE ในกิจกรรม POE แบบสอบถามประกอบด้วยคำถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหตุแต่นักเรียนบางส่วนมีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรง และแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุนหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรงแสดงสมบัติทั้งคลื่นและอนุภาค ษารากรณ์ นุญกิจ (2553) รูปแบบการสอนแบบ POE ใช้เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องของไฟล วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามปลายเปิดของนักเรียนเรื่องของไฟลและการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม เพื่อตีความและจัดกลุ่มตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยเทียบกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกแตกต่างกัน แต่หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมาก ได้ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ ทรงgranต์ มูลศรีแก้ว (2553) รูปแบบการสอนแบบ POE ใช้เพื่อศึกษารูปแบบความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งเป็นการวิเคราะห์จาก การบรรยาย การวิเคราะห์โดยต่อคอล จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการทำการทำความเข้าใจในการวิเคราะห์รูปแบบการทำการทำความเข้าใจลักษณะ Declarative Knowledge พบว่าผู้เรียนสร้างรูปแบบการทำการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative Knowledge ซึ่งเป็นโครงสร้างทางปัญญาสกินาที่เป็น Complex Schema ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้มโนคงทัศน์ ทฤษฎี ไปสู่ปรากฏการที่เกิดขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธี POE พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน และมีจำนวนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70 วิชา ประยุรพันธ์ (2553) รูปแบบการสอนแบบ POE ใช้เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลการสำรวจโฉนดโดยใช้วิธี POE สอดคล้องกับชีวิตประจำวันนักเรียน เช่น กิจกรรม

การเก็บผลผลิตข้าวกับงานทางพลิกส์ ลูกบอลงาน การกระโดดคนน้ำ ตุ๊กตาไอลาน และแห่นกระดาษกระโดดได้ เป็นต้น และการเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้า กระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับนักเรียนสายวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจแนวคิดรวมยอดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยรวมแล้วดีกว่าสายสามัญ โดยเฉพาะในข้อที่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ในกระบวนการเรียนการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อเรียนรู้ถักยั้งผลการทำงานของวงจรอย่างมีรูปธรรม อัศวราษฎร์ นามะกันคำ (2550)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย พบฯ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบ POE มีความเข้าใจในเรื่องนี้ฯ เพิ่มมากขึ้น และการสอนแบบ POE เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ยังไม่มีการทำวิจัย ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแผนการสอนแบบ POEs ที่เน้นความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา อันจะเป็นแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนและช่วยส่งเสริมคุณภาพการศึกษาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นต่อไป

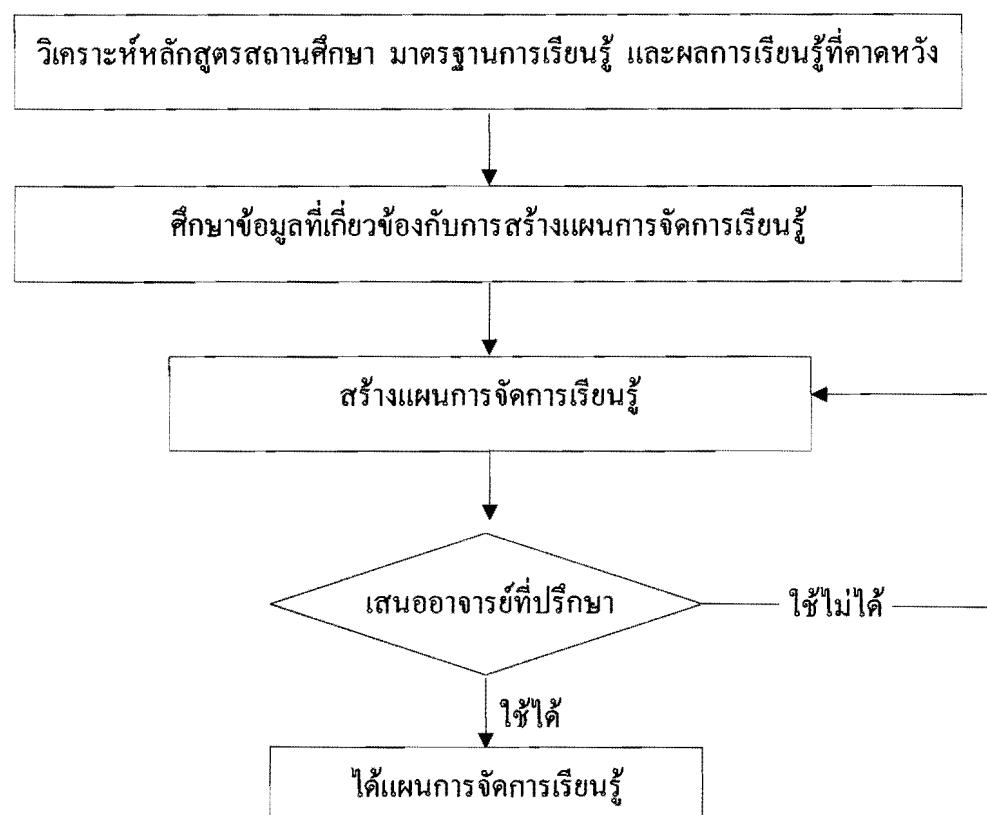
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องของจริยภาพในครรภ์และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการสอนแบบ POE กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา อําเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ซึ่งได้มาระบุโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากนักเรียนห้องดังกล่าวเป็นนักเรียนที่เลือกเรียนสายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบ one group pretest – posttest design เป็นกลุ่มทดลองเดียว มีเครื่องมือ ดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE

แผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นทั้งหมด 3 แผน แผนละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที โดยขึ้นรูปแบบการสอนแบบ POE แสดงในขั้นตอนดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลองจริง โดยในขั้นตอนแรกนักเรียนต้องทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดก่อนเรียน ก่อนการทดลอง นักเรียนต้องทำนายปรากฏการณ์ลงในช่องทำนายผล และหลังการทดลองนักเรียนต้องบันทึกผลการทดลอง ลงในช่องบันทึกผล หลังจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลร่วมกัน และทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนรู้ รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แสดง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบ POE

เนื้อหา	กิจกรรมการทดลอง
1. การวัดไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยโวลต์มิเตอร์และ แอมมิเตอร์	POE 1.1 การวัดกระแสไฟฟ้า ด้วยแอมมิเตอร์ POE 1.2 การวัดแรงดันไฟฟ้า ด้วยโวลต์มิเตอร์
2. ความต้านทานไฟฟ้า	POE 2.1 ความต้านทานไฟฟ้ากับชนิดของตัวนำ POE 2.2 ความต้านทานไฟฟ้ากับความยาวของลวดตัวนำ POE 2.3 ความต้านทานไฟฟ้ากับพื้นที่หน้าตัด POE 2.4 ความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิ
3. แรงคดี่อนไฟฟ้าและ ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง ขั้วไฟฟ้า	POE 3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน POE 3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม POE 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่าง ศักย์

เนื้อหาและการออกแบบกิจกรรมการสอนแบบ POE สองคลื่นกับหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ของโรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา

3.2 ข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิด

เมื่อวิเคราะห์หลักสูตรและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกรอบการ
วัดผลประเมินผลและได้สร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด แบบปรนัย 4 ตัวเลือก
จำนวน 15 ข้อ ดังรายละเอียดตารางที่ 3.2

**ตารางที่ 3.2 การออกแบบการสร้างข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้า
กระแสตรง**

เรื่อง	ข้อที่
1. การวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวอลต์และแอมมิเตอร์	1-3
2. ความต้านทานไฟฟ้า	4-8
3. แรงดึงไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า	9-15

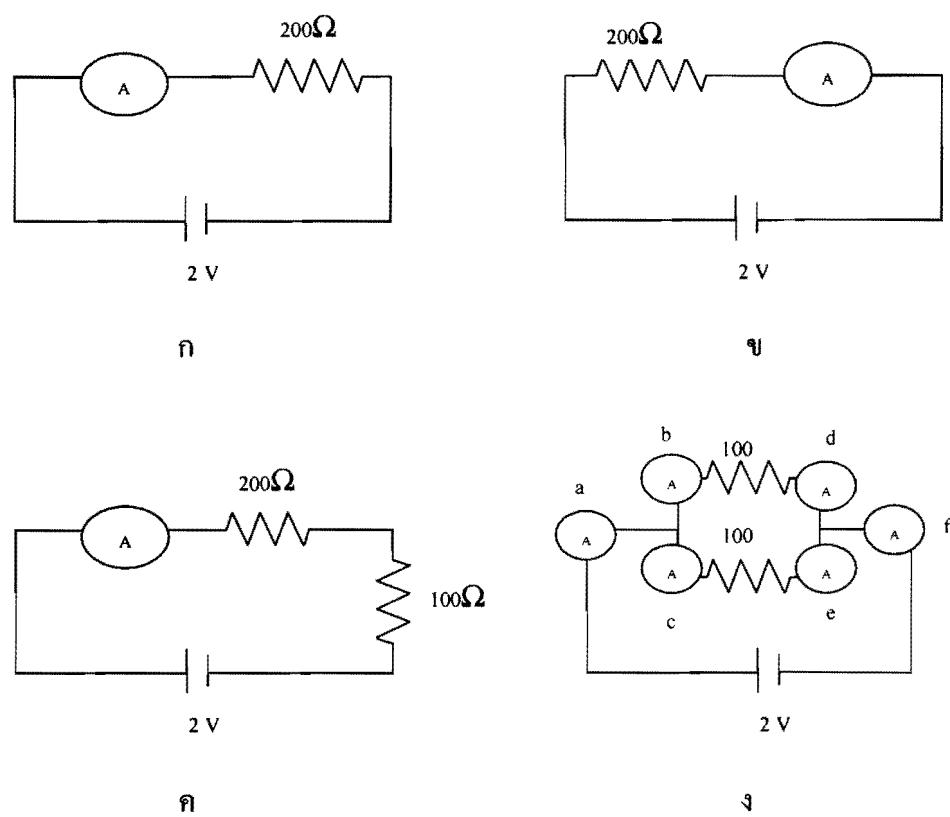
ผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบจากหนังสือและงานวิจัยที่มีอยู่แล้วใช้สำหรับสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิชาฟิสิกส์ เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือกตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา จนได้แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 15 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3 ชุดทดลอง POE

เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับรูปแบบการสอนแบบ POE ผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดทดลอง POE ขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยชุดการทดลองย่อย การทดลองจะแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ตามความสมัครใจโดยผู้วิจัยเห็นว่าถ้าหากเรียนจับกลุ่มกันเองจะมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน สามารถอภิปรายกันภายในกลุ่มได้ดี จะใช้เวลาในการเรียนในแต่ละชุดตรงตามเวลาที่กำหนด การทดลองแต่ละชุดมี ดังนี้

3.3.1 POE 1 : การวัดไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ การสอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้

POE 1.1 : การวัดกระแสไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์ นักเรียนทำนายผลจากการต่อวงจร ดังภาพโดยมีใบงานที่เปรียบเทียบผลการทำนายและผลจากการทดลองให้



ภาพที่ 3.2 การวัดไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

ตารางที่ 3.3 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า

1. จากภาพ ก และ ข นักเรียนคิดว่ากระแสที่ได้จากการวัดของวงจรไฟฟ้าทั้งสองจะมีค่ากระแสเป็นอย่างไร

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

ตารางที่ 3.3 ใบงานข้อคิดตามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า (ต่อ)

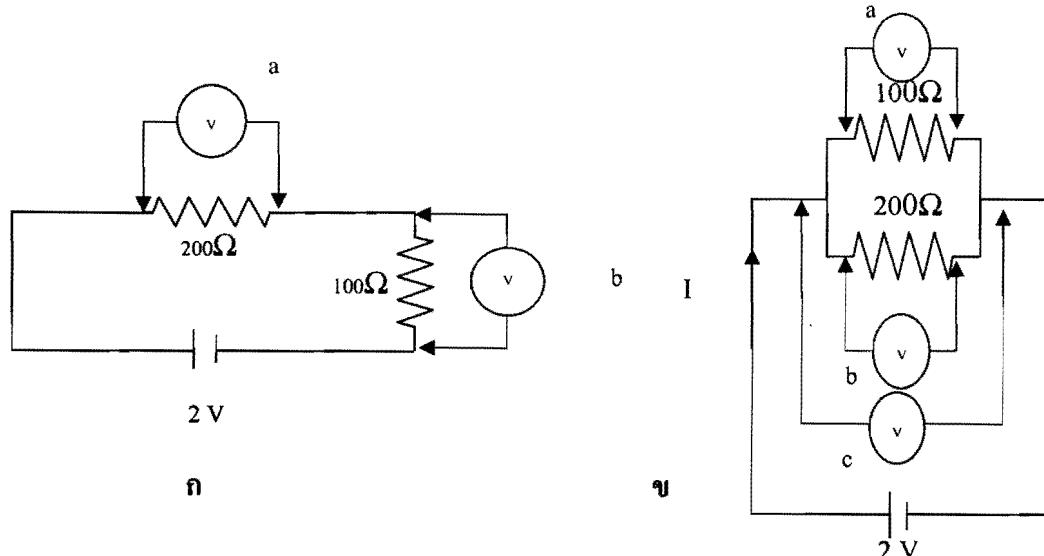
2. เมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการดังภาพ ก ข และ ค นักเรียนคิดว่าจะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. จากภาพ ง นักเรียนคิดว่าตำแหน่งใดที่มีกระแสไฟฟ้าเท่ากันบ้าง

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....
.....

POE 1.2 : การวัดแรงดันไฟฟ้า ด้วยโอล์ต์มิเตอร์ นักเรียนทำนายผลจากการต่อวงจร ดังภาพ โดยมีใบงานที่เปรียบเทียบผลการทำนายและผลจากการทดลองให้



ภาพที่ 3.3 การวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจร

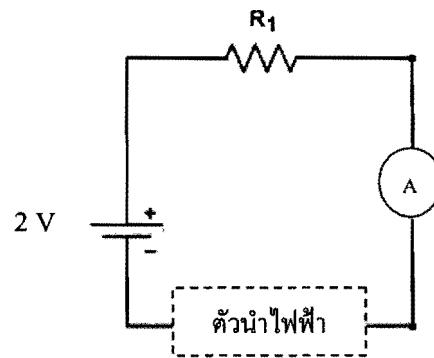
ตารางที่ 3.4 ใบงานข้อคิดตามจากการทำนายและบันทึกผลการทดลอง เรื่องการวัดแรงดันไฟฟ้า

1. จากภาพ ก นักเรียนคิดว่าแรงดันไฟฟ้าต่ำแทน่ง a และ b จะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จากภาพ ข นักเรียนคิดว่าแรงดันไฟฟ้าต่ำแทน่ง a b และ c จะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3.3.2 POE 2 : เรื่องความต้านทานไฟฟ้า แผนการสอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของตัวนำต่างชนิดกัน พื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ ความ ยาวของลวดตัวนำ และอุณหภูมิที่มีต่อความต้านทานไฟฟ้า ครูเป็นผู้กระตุ้นการคิดของนักเรียน โดยจะมีใบงานเพื่อให้นักเรียนทำนายเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เขียนคำตอบลงในใบงาน แล้วทำการสาธิตจริงไฟฟ้ากระแสตรงทำให้นักเรียนสร้างแนวความคิดที่ถูกต้องจากการ ทดลองที่เห็นได้จริง หลังจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ถูกต้องลงในงาน อิฐหนึ่ง และสรุปผลสาระความรู้

POE 2.1 ความต้านทานไฟฟ้ากับชนิดของตัวนำ



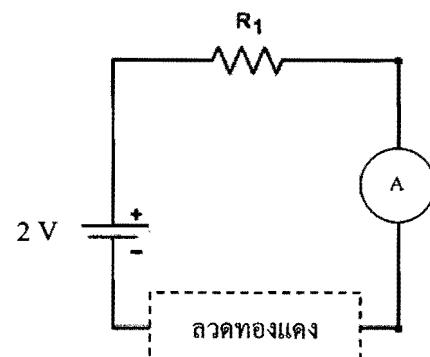
ภาพที่ 3.4 ผลของตัวนำต่างชนิดกัน มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

**ตารางที่ 3.5 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและการทดลอง เรื่องผลของตัวนำต่างชนิดกัน
มีต่อความต้านทานไฟฟ้า**

1. ให้นักเรียนเรียงลำดับสารที่นำไฟฟ้าจากมากไปหาน้อย ซึ่งประกอบด้วย เชือก น้ำเกลือ น้ำกลั่น แท่งทองแดง สังกะสี แท่งเหล็ก

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

POE 2.2 ความต้านทานไฟฟ้ากับความยาวของลวดตัวนำ



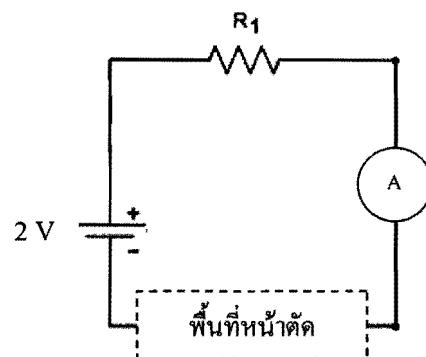
ภาพที่ 3.5 ผลของความยาวของลวดตัวนำ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

ตารางที่ 3.6 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของความขาวของลวด
ตัวนำมีต่อความด้านทานไฟฟ้า

1. ให้นักเรียนเรียงลำดับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน漉คทองแดงที่มีขนาดความยาว 10 เซนติเมตร
เป็น 1 เมตร 5 เมตร จากน้อยไปมาก

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

POE 2.3 ความด้านทานไฟฟ้ากับพื้นที่หน้าตัด



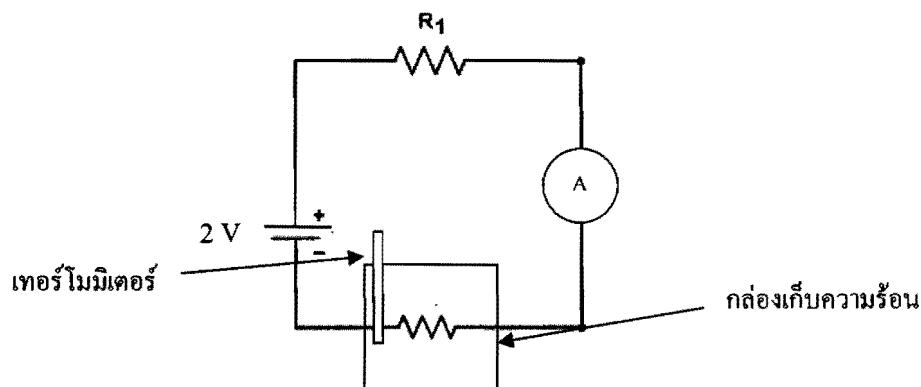
ภาพที่ 3.6 ผลของพื้นที่หน้าตัด มีต่อความด้านทานไฟฟ้า

ตารางที่ 3.7 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของพื้นที่หน้าตัด
มีต่อความด้านทานไฟฟ้า

1. นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน漉คทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน แต่ความยาวเท่ากัน
จะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

POE 2.4 ความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิ



ภาพที่ 3.7 ผลของอุณหภูมิ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

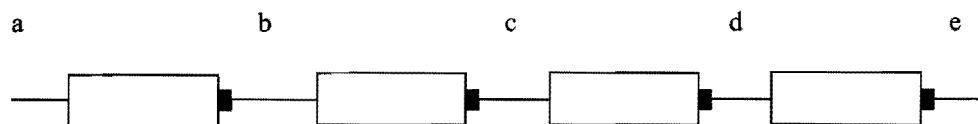
ตารางที่ 3.8 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของอุณหภูมิ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

- นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ความยาวเท่ากัน แต่ อุณหภูมิต่างกัน จะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร

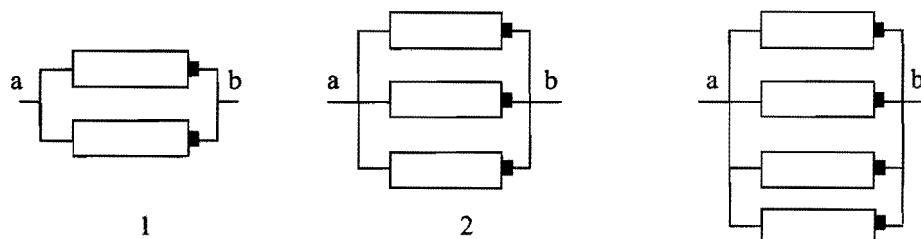
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3.3.3 POE 3 แรงเกลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า แผนการสอนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟาระหว่างขั้วชุดล์เมื่อไฟได้ต่อ กับตัวด้านท่านและเมื่อต่อเป็นวงจรกับตัวด้านท่านภายนอกค่าต่าง ๆ กันและเพื่อศึกษาแรงเกลื่อนไฟฟ้าเมื่อต่อชุดล์ไฟฟ้า แบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสม

POE 3.1 การต่อชุดล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน



ก การต่อชุดล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม



3

ข การต่อชุดล์ไฟฟ้าแบบขนาน

ภาพที่ 3.8 การต่อชุดล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

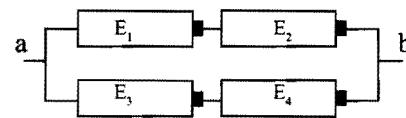
ตารางที่ 3.9 ในงานข้อคิดเห็นจากการทำงานและผลการทดลอง เรื่องการต่อชุดล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

1. จากภาพ ก ให้นักเรียนเรียงลำดับแรงดันจากน้อยไปมากไฟฟาระหว่างจุด a กับ b จุด a กับ c จุด a กับ d และจุด a กับ e
ทำงานผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง	
.....	
.....	
.....	
.....	

ตารางที่ 3.9 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (ต่อ)

2. จากภาพ ฯ ให้นักเรียนเรียงลำดับการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใดที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

POE 3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

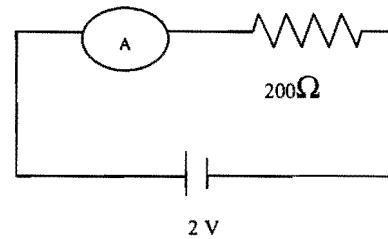


ภาพที่ 3.9 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

ตารางที่ 3.10 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

1. เมื่อมีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมดังภาพจะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

POE 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์



ภาพที่ 3.10 การต่อเซลล์ไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์

ตารางที่ 3.11 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

1. ต่อตัวต้านทาน 200 โอห์ม ดังภาพ เพิ่มแรงดันไฟฟ้า จาก 2 โวลต์ 4 โวลต์ 6 โวลต์ นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 3.12 การแบ่งเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องวงจรไฟฟ้า

กระแสตร์

แผนการ จัดการเรียนรู้ ที่	วัน เดือน ปี	เรื่อง	จำนวน(คabbreviation)
-	30 กรกฎาคม 2553	ทดสอบก่อนเรียน (Pre - test)	1
1	6 สิงหาคม 2553	การวัดไฟฟ้ากระแสตร์ด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์	2
2	19 สิงหาคม 2553	ความต้านทานไฟฟ้า	2
3	26 สิงหาคม 2553	แรงดึงไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า	2
-	2 กันยายน 2553	ทดสอบหลังเรียน (Post - test)	1

แผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 3 แผน วันที่ 1 และวันที่ 5 ใน การจัดการเรียนเป็นการทดสอบก่อนและหลังเรียน ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำในวันที่ 2, 3, และ 4 เป็นแผนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลอง

บทที่ 4

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความคิดเข้าใจแนวคิด โดยใช้การสอนแบบ POE สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการสอนแบบ POE

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการสอนแบบ POE

N = 38	pre-test (15 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน			รวม (30 คะแนน)	post – test (15 คะแนน)	E ₁	E ₂				
		เรื่องที่ (10 คะแนน)										
		1	2	3								
\bar{x}	4.32	8.08	8.28	8.36	24.72	12.08	84.56	80.53				
SD	1.36	0.53	0.56	0.67	0.60	0.91						
ร้อยละ	28.77	82.90	85.00	85.80	84.56	80.53						

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ประสิทธิภาพของการสอนแบบ POE ที่สร้างขึ้น (E_1/E_2) มี ประสิทธิภาพเท่ากับ $84.56/80.53$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน $75/75$ ที่ตั้งไว้ โดยที่ 84.56 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ หาได้จากการร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการสอนแบบ POE และ 80.53 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาได้จากการร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการสอนแบบทดสอบ วัดความเข้าใจแนวคิดทางการเรียนหลังเรียน (post - test)

การที่ผลการวิวัฒน์ปรากฏดังนี้ เพราะผู้วิจัยได้ศึกษาสาระการเรียนรู้จากหนังสือ ตำรา ต่างๆ เป็นอย่างดี อีกทั้งจัดทำเอกสารชุดทดลองจากขั้นตอนการสร้างชุดทดลองแบบ POE อีกทั้ง กลั่นกรองจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์ด้านการจัดทำการสอนแบบ POE ได้ปรับแก้ไปตาม ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาในสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ ด้านนักเรียนเมื่อเรียน

โดยใช้การสอนแบบ POE แล้วมีความกระตือรือร้นที่อยากรู้เรียนมากขึ้น เพราะมีกิจกรรมที่ได้ทำนายผลก่อนล่วงหน้าจากนั้นนักเรียนเป็นผู้หาคำตอบโดยการทดลองแล้วมีการสรุปผลคำตอบเทียบกับผลการทำนายตอนต้น และในทุกกิจกรรมนักเรียนก็ไม่รู้สึกว่าเป็นเรื่องที่ยากนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี และด้านการสอนแบบ POE เป็นการสอนที่แปลงใหม่ที่เน้นให้นักเรียนทำนายผลแล้วให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้การสอนแบบ POE บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้สอดคล้องกับ อัศวิน นามกันคำ (2550) ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับนักเรียนสายวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจแนวคิดควบยอดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยรวมแล้วดีกว่าสายสามัญ โดยเฉพาะในข้อที่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ สอดคล้องกับ วนิชา ประยูรพันธุ์ (2553) ศึกษารูปแบบความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิสต์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธี POE พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน และมีจำนวนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70 สอดคล้องกับ สงกรานต์ มูลศรีแก้ว (2553) ศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องของไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกแตกต่างกัน แต่หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมากได้ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับ ณรากรณ์ บุญกิจ (2553) ศึกษารูปแบบการสอนแบบ POE เรื่องแสง ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหลวแต่นักเรียนบางส่วนมีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรง และแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุนหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรงแสดงสมบัติทั้งคลื่นและอนุภาค

การสอนแบบ POE ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการสอนแบบ POE ที่มีลักษณะแยกความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงออกเป็นชุดย่อย ๆ เมื่อหาภายในชุดจบในชุดเดียว นักเรียนที่ได้เรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ได้ร่วมมือกันในกลุ่มที่แบ่งโดยนักเรียนซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีการแบ่งนักเรียนแบบคละกัน คือกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน เพื่อให้นักเรียนมีการช่วยเหลือกันภายในแต่ละกลุ่ม ในการสอนแบบ POE แต่ละชุดจะมีคำาถามคาดการณ์คำตอบล่วงหน้าเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น จากนั้นนักเรียนจะมีกิจกรรมการทดลองเพื่อขอรับคำาถามที่คาดการณ์คำตอบล่วงหน้าซึ่งกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้จะเป็นกิจกรรมการทดลอง ในแต่ละชุดจะมีกิจกรรมการทดลองที่แตกต่างกันออกไป ท้ายแต่ละกิจกรรมจะมีคำาถามท้ายการทดลองเพื่อให้นักเรียนในกลุ่มได้ตอบคำาถาม และในแต่ละชุดจะมีการทดสอบหลังการเรียนโดยใช้ข้อสอบวัด

ความเข้าใจแนวคิดของเนื้อหาแต่ละเรื่อง เพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยการสอนแบบ POE ฉบับแต่ละชุด นักเรียนแต่ละคนที่เรียนด้วยการสอนแบบ POE จะได้ทดลองจริง ทำให้เกิดความกระตือรือร้นทำกิจกรรมตลอดเวลาส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการใช้เครื่องมือการทดลองเรื่องของจริงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ที่มุ่งส่งเสริมกระบวนการคิดความสามารถในการเรียนรู้ การแก้ปัญหาและการสร้างองค์ความรู้

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนแบบ POEs

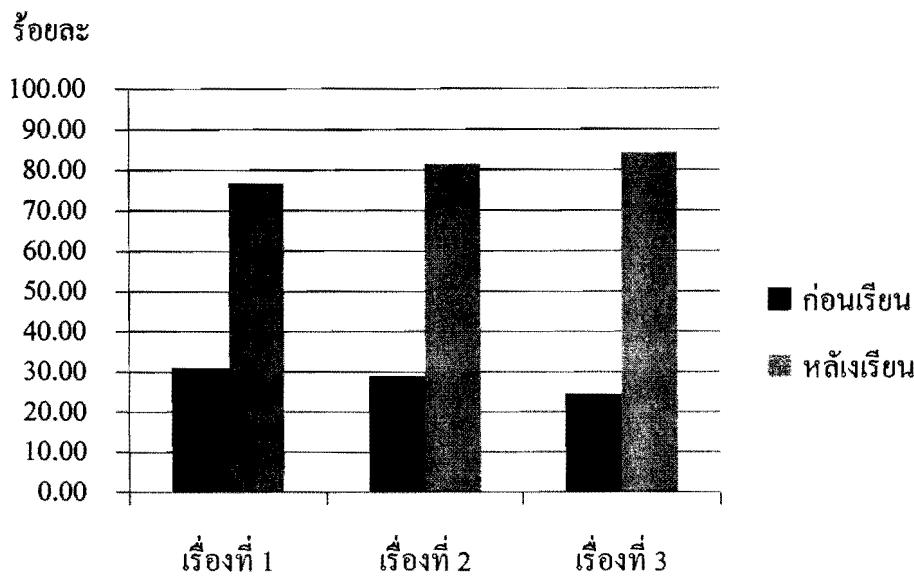
ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจำนวน

38 คน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	$<g>$
ก่อนเรียน	15	4.32	1.36	27.90*	0.73
หลังเรียน	15	12.08	0.91		

* $p < .05$ ($p\text{-value} = 1.684$, $df = 37$)

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนผลการจัดการเรียนรู้ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (12.08 หรือ 80.53) สูงกว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (4.32 หรือ 28.77) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t\text{-test} = 27.90$) (เพชริญ กิจธารา, 2542 : 1-6) แสดงว่า การจัดการเรียนรู้เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาความเข้าใจ แนวคิดเรื่องของจริงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ได้



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนแต่ละเรื่อง

จากภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ POE แยกเป็นรายเรื่อง พบว่าเรื่องที่ 1 การวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโอล์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 81.05) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (ร้อยละ 37.89) แสดงว่านักเรียนเมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE สามารถสร้างความเข้าใจแนวคิดได้อย่างดี เป็นเพราะเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโอล์มิเตอร์และแอมมิเตอร์เป็นเรื่องที่นักเรียนเข้าใจได้ง่าย สามารถเห็นได้จริงในชีวิตประจำวัน การสอนแบบ POE เรื่องที่ 2 ความต้านทานไฟฟ้า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 82.89) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (28.49) แสดงว่านักเรียนเมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE สามารถสร้างความเข้าใจแนวคิดได้เป็นอย่างดี เพราะนักเรียนได้ปฏิบัติจริงจากการสอนแบบ POE โดยความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำมีอะไรบ้าง ที่มีผลต่อความต้านทานไฟฟ้าของโลหะตัวนำ การสอนแบบ POE เรื่องที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้ว คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 83.95) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 22.89) แสดงว่านักเรียนเมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE สามารถสร้างความเข้าใจแนวคิดเรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้ว เพราะนักเรียนมีความเข้าใจเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงและความต้านทานไฟฟ้าของโลหะตัวนำมาแล้วทำให้นักเรียนเรียนรู้เรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้วได้เร็วขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนค่าที่สุด คือ การสอนแบบ POE เรื่องที่ 3 รองลงมาคือเรื่องที่ 2 และเรื่องที่ 1 ตามลำดับ เพราะข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงเป็นข้อสอบที่วัดความเข้าใจ

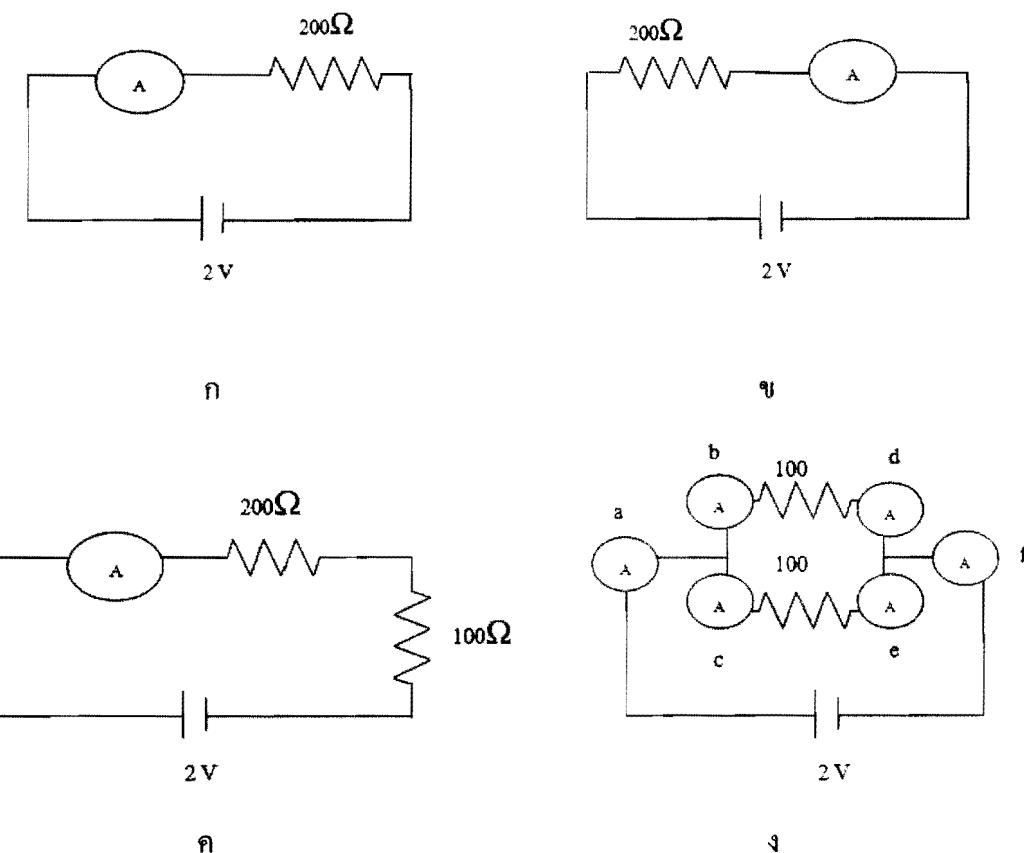
แนวคิดที่เน้นความเข้าใจเป็นหลักเน้นที่การวิเคราะห์ข้อสอบ ผลจากการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสอนแบบ POE มีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับ วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเฉลี่ยสูงขึ้น

ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ POE หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมิฐานที่ตั้งไว้และการที่ผลการวิจัยปรากฏดังนี้เนื่องมาจากการเรียนการสอนโดยใช้การสอนแบบ POE เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง เป็นภาพแบบ การสอนที่ประกอบด้วยการทดลอง ง่าย ๆ ทางพิสิตร์โดยมีการทดลอง การวิจัย ใช้วิธยาศาสตร์มาตรฐานสูงกว่า การสอนแบบเดิม (การบรรยายเพียงอย่างเดียว) ซึ่งสอดคล้องกับ วนิชา ประยุรพันธุ์ (2553) ศึกษาปูแบบความเข้าใจบนพื้นฐานของ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่า ผลลัมบุธที่ทางการเรียนโดยใช้วิธี POE พบว่า นักเรียนมีผลลัมบุธที่ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน

4.3 ความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.3.1 POE 1 : การวัดไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์

4.3.1.1 POE 1.1 : การวัดกระแสไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์ นักเรียนทำนายผลจากการต่อวงจร ดังภาพ โดยมีใบงานที่เปรียบเทียบผลการทำนายและผลจากการทดลอง



ภาพที่ 4.2 การวัดไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

ตารางที่ 4.3 ในงานข้อคิดเห็นจากการทำนายผลการทดสอบ เรื่องการวัดกระแทกไฟฟ้า

1. จากภาพ ก และ ข นักเรียนคิดว่ากระแสงที่ได้จากการวัดของวงจรไฟฟ้าทั้งสองจะมีค่ากระแสงเป็นอย่างไร

ท่านายผลการทดสอบ	บันทึกผลการทดสอบ
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้าค่าตอบที่เป็นไปได้ที่นักเรียนตอบมีทั้งหมด 3 กลุ่มค่าตอบคือ กพ ก เท่ากับ กพ ข มีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม (ร้อยละ 57.14) ตอบว่ากระแสที่อ่านได้จาก กพ ก จะมากกว่า กพ ข นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) และ ตอบว่ากระแสไฟ กพ ข จะมากกว่า กพ ก นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

ตารางที่ 4.4 ในงานข้อคิดเห็นจากการทำนายและผลการทดสอบ เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า

2. เมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ได้จากวงจรคั่งภาพ ก ข และ ค นักเรียนคิดว่าจะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ทำนายผลการทดสอบ	บันทึกผลการทดสอบ
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้าคำตอบที่เป็นไปได้ 4 กลุ่มคำตอบ คือ ภาพ ก เท่ากับ ภาพ ข เท่ากับภาพ ค มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) กระแสทั้งสามภาพแตกต่างกันโดยที่ภาพ ก มากกว่าภาพ ข และมากกว่าภาพ ค นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) กระแสทั้งสามภาพแตกต่างกันภาพ ก เท่ากับภาพ ข แต่มากกว่าภาพ ค มีนักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) และกระแสทั้งสามภาพแตกต่างกันโดยที่ภาพ ก มากกว่าภาพ ข และน้อยกว่าภาพ ค มีนักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57)

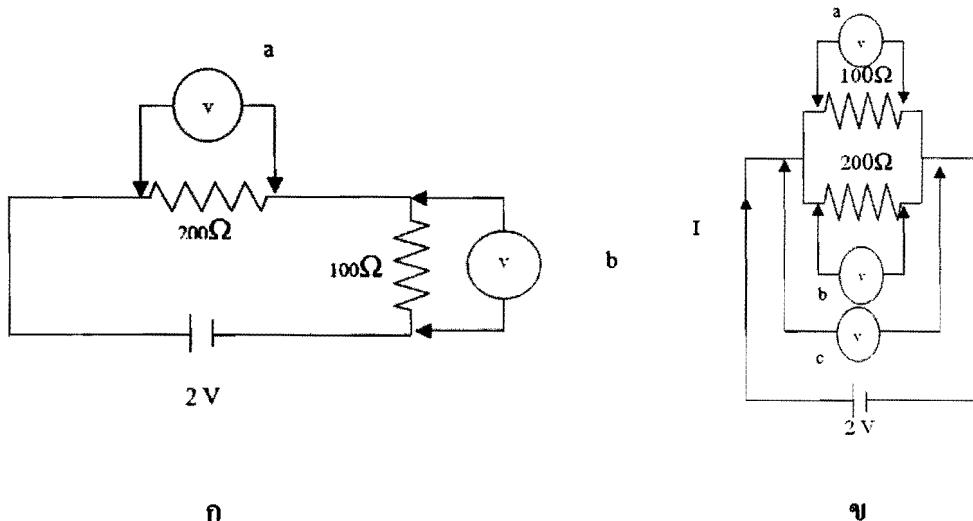
ตารางที่ 4.5 ในงานข้อคิดเห็นจากการทำนายและผลการทดสอบ เรื่องการวัดกระแสไฟฟ้า

3. จากภาพ ง นักเรียนคิดว่าตำแหน่งใดที่มีกระแสไฟฟ้าเท่ากันบ้าง

ทำนายผลการทดสอบ	บันทึกผลการทดสอบ
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้าคำตอบที่เป็นไปได้ 5 กลุ่มคำตอบ คือ ทุกตำแหน่งมีกระแสไฟฟ้าเท่ากันหมด มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) กระแสไฟฟ้าตำแหน่งที่ตำแหน่ง $a = f$ ตำแหน่ง $b = c$ ตำแหน่ง $d = e$ นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) ที่ตำแหน่ง $a = f$ ตำแหน่ง $b = d$ และตำแหน่ง $c = e$ นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) ตำแหน่ง $a = f$ ตำแหน่ง $a = b = c = d$ นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) และตอบว่าตำแหน่ง $a = f$ เท่านั้น นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

4.3.1.2 POE 1.2 : การวัดแรงดันไฟฟ้า ด้วยโอลต์มิเตอร์ นักเรียนทำนายผลจากการต่อวงจร ดังภาพ โดยมีใบงานที่เปรียบเทียบผลการทำนายและผลจากการทดลองให้



ภาพที่ 4.3 การวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจร

ตารางที่ 4.6 ใบงานข้อคิดคำนึงจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดแรงดันไฟฟ้า

1. จากภาพ ก นักเรียนคิดว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่ง a และ b จะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีกลุ่มคำตอบ 3 กลุ่มคำตอบ คือ แรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่ง a เท่ากับตำแหน่ง b นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) แรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่ง a มากกว่า ภาพ b นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) แรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่ง b มากกว่าตำแหน่ง a นักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม (ร้อยละ 57.14)

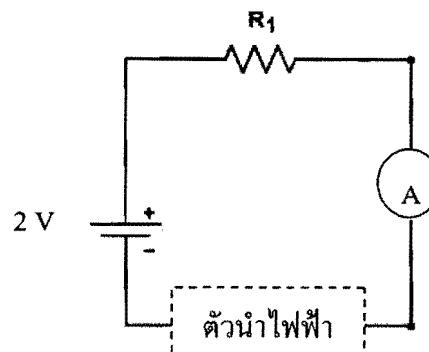
ตารางที่ 4.7 ในงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องการวัดแรงดันไฟฟ้า

2. . จากภาพ ข นักเรียนคิดว่าแรงดันไฟฟ้าต่ำแน่น g a b และ c จะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีกลุ่มคำตอบ 4 กลุ่มคือ คือ แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำแน่น g a เท่ากับต่ำแน่น g b และเท่ากับต่ำแน่น g c นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำแน่น g a มากกว่าต่ำแน่น g b แต่น้อยกว่าต่ำแน่น g c นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำแน่น g a มากกว่าต่ำแน่น g b และมากกว่าต่ำแน่น g c นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำแน่น g a เท่ากับที่ต่ำแน่น g b แต่น้อยกว่าต่ำแน่น g c นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

4.3.2 POE 2 : เรื่องความต้านทานไฟฟ้า

4.3.2.1 POE 2.1 ความต้านทานไฟฟ้ากับชนิดของตัวนำ



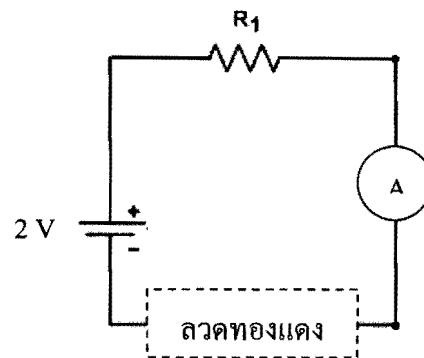
ภาพที่ 4.4 ผลของตัวนำต่างชนิดกัน มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

ตารางที่ 4.8 ในงานข้อคำานานจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของตัวนำต่างชนิดกัน มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

1. ให้นักเรียนเรียงลำดับสารที่นำไฟฟ้าจากมากไปหาน้อย ซึ่งประกอบด้วย เชือก น้ำเกลือ นำ กัลลัน ทองแดง สังกะสี เหล็ก	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีกลุ่มคำตอน 4 กลุ่มคำตอน คือ เมื่อเรียงลำดับการนำไฟฟ้าจากมากไปหาน้อย คือ ทองแดง สังกะสี เหล็ก น้ำเกลือ นำ กัลลัน และเชือก มีนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม (ร้อยละ 42.86) เรียงลำดับการนำไฟฟ้าจากมากไปหาน้อย คือ ทองแดง เหล็ก สังกะสี น้ำเกลือ นำ กัลลัน และเชือก มีนักเรียนตอนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) เรียงลำดับ การนำไฟฟ้าจากมากไปหาน้อย คือ ทองแดง สังกะสี เหล็ก นำ กัลลัน น้ำเกลือ และเชือก มี นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) และกลุ่มสุดท้ายเรียนลำดับการนำไฟฟ้าจากมากไปหาน้อย คือ ทองแดง เหล็ก สังกะสี นำ กัลลัน น้ำเกลือและเชือก จำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

4.3.2.2 POE 2.2 ความต้านทานไฟฟ้ากับความขาวของ漉คตัวนำ



ภาพที่ 4.5 ผลของความขาวของ漉คตัวนำ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

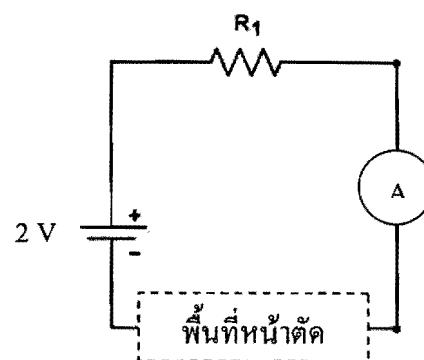
ตารางที่ 4.9 ในงานข้อคำานวณจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของความขาวของลวด
ตัวนำมีต่อความด้านทานไฟฟ้า

1. ให้นักเรียนเรียงลำดับกระແไฟฟ้าที่ให้ผ่านลวดทองแดงที่มีขนาด 10 เซนติเมตร เป็น
1 เมตร 5 เมตร จากน้อยไปมาก

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีค่าตอบ 3 กลุ่มค่าตอบ คือ ความขาวไม่มีผลต่อการ
ไฟลอกกระແส มีนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม (ร้อยละ 42.86) เมื่อเรียงลำดับการไฟลอกกระແไฟฟ้า
จากน้อยไปมาก คือ ลวดทองแดง 10 เซนติเมตร ลวดทองแดง 1 เมตร และลวดทองแดง
5 เมตร มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) เมื่อเรียงลำดับการไฟลอกกระແไฟฟ้าจากน้อยไป
มาก คือ ลวดทองแดง 5 เมตร ลวดทองแดง 1 เมตร และลวดทองแดง 10 เซนติเมตร มี
นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57)

4.3.2.3 POE 2.3 ความด้านทานไฟฟ้ากับพื้นที่หน้าตัด



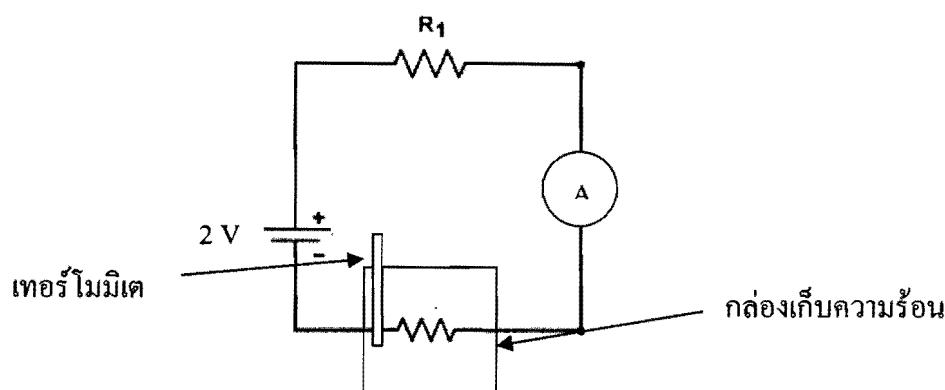
ภาพที่ 4.6 ผลของพื้นที่หน้าตัด มีต่อความด้านทานไฟฟ้า

ตารางที่ 4.10 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องผลของพื้นที่หน้าตัด มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

1. นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน แต่ความยาวเท่ากัน จะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร	
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีกี่คู่มีคำตอบ 3 คู่มีค่าตอบ คือ เมื่อเปรียบเทียบการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดลวดทองแดง คือ พื้นที่หน้าตัดขนาดเดียวกับกระแสไฟฟ้าไหลได้ดีกว่าพื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่ มีนักเรียนจำนวน 5 กลุ่ม (ร้อยละ 71.43) เปรียบเทียบการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของลวดทองแดง คือ พื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่กว่ากระแสไฟฟ้าไหลได้ดีกว่าพื้นที่หน้าตัดขนาดเล็ก มีจำนวนนักเรียน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) และเปรียบเทียบการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของลวดทองแดง คือ พื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่กว่ากระแสไฟฟ้าไหลเท่ากับพื้นที่หน้าตัดขนาดเล็ก มีจำนวนนักเรียน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

4.3.2.4 POE 2.4 ความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิ



ภาพที่ 4.7 ผลของอุณหภูมิ มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

ตารางที่ 4.11 ในงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดสอบ เรื่องผลของอุณหภูมิ มีต่อความด้านท่านไฟฟ้า

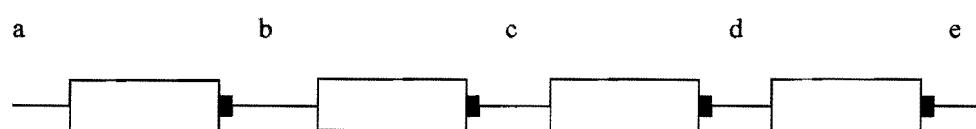
1. นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ความขาวเท่ากัน แต่ อุณหภูมิต่างกัน จะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร

ทำนายผลการทดสอบ	บันทึกผลการทดสอบ
.....
.....
.....

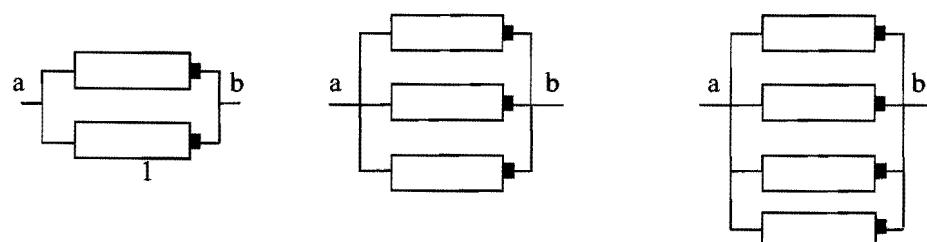
จากการทำนายผลล่วงหน้ามีก่อสุมคำตอบ 3 กลุ่มคำตอบ คือ อุณหภูมิไม่มีผลต่อการไหลของกระแส มีจำนวนนักเรียนตอบ 4 กลุ่ม (ร้อยละ 57.14) อุณหภูมิสูงกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ มีจำนวนนักเรียนตอบ 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) และอุณหภูมิต่ำกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำได้มากกว่าอุณหภูมิสูง มีจำนวนนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

4.3.3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า

4.3.3.1 POE 3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน



ภาพ ก การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม



ภาพ ข การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

ภาพที่ 4.8 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

**ตารางที่ 4.12 ในงานข้อคำานาจากการทำนายและผลการทดสอบ เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ
อนุกรมและแบบขนาน**

1. จากภาพ ก ให้นักเรียนเรียงลำดับแรงดันจากน้อยไปมากกไฟฟ้าระหว่างตำแหน่ง a กับ b
ตำแหน่ง a กับ c ตำแหน่ง a กับ d และตำแหน่ง a กับ e

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีกลุ่มคำตอบ 3 กลุ่มคือตอบ คือ ทุกจุดมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน มีจำนวนนักเรียนตอบ 5 กลุ่ม (ร้อยละ 71.43) ตำแหน่ง a มากกว่าตำแหน่ง b มากกว่าตำแหน่ง d มากกว่าตำแหน่ง e มีจำนวนนักเรียนตอบ 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) และตำแหน่ง a น้อยกว่าตำแหน่ง b น้อยกว่าตำแหน่ง c น้อยกว่าตำแหน่ง d น้อยกว่าตำแหน่ง e มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

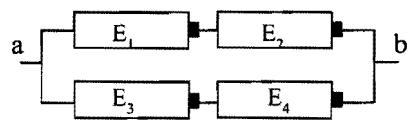
**ตารางที่ 4.13 ในงานข้อคำานาจากการทำนายและผลการทดสอบ เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ
อนุกรมและแบบขนาน**

2. จากภาพ ข ให้นักเรียนเรียงลำดับการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใดที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีกลุ่มคำตอบ 3 กลุ่มคือตอบ คือ การต่อเซลล์ไฟฟ้าทุกแบบ มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน มีจำนวนนักเรียนตอบ 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบที่ 1 ให้แรงดันไฟฟ้าสูงกว่าแบบที่ 2 และแบบที่ 3 มีจำนวนนักเรียนตอบ 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29) และการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบที่ 3 ให้แรงดันไฟฟ้าสูงกว่าแบบที่ 2 และแบบที่ 1 มีจำนวนนักเรียนตอบ 4 กลุ่ม (ร้อยละ 57.14)

4.3.3.2 POE 3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม



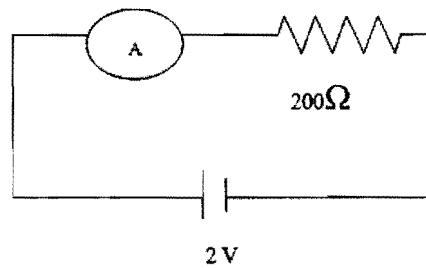
ภาพที่ 4.9 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

ตารางที่ 4.14 ในงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดสอบ เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

1. เมื่อมีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมดังภาพจะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร	
ทำนายผลการทดสอบ	บันทึกผลการทดสอบ
.....
.....
.....

จากการทำนายผลล่วงหน้ามีกลุ่มคำตอบ 3 กลุ่มคือ ถ้า ให้แรงดันไฟฟ้าเท่าเดิม มีจำนวนนักเรียนตอบ 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) ให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มีจำนวนนักเรียนตอบ 4 กลุ่ม (ร้อยละ 57.14) และให้แรงดันไฟฟ้าเท่าน้อยกว่าเดิม มีจำนวนนักเรียนตอบ 1 กลุ่ม (ร้อยละ 14.29)

4.3.3.3 POE 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์



ภาพที่ 4.10 การต่อเซลล์ไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

ตารางที่ 4.15 ใบงานข้อคำถามจากการทำนายและผลการทดลอง เรื่องเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

1. ต่อตัวต้านทาน 200 โอม์ ดังภาพ เพิ่มแรงดันไฟฟ้า จาก 2 โวลต์ 4 โวลต์ 6 โวลต์ นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....

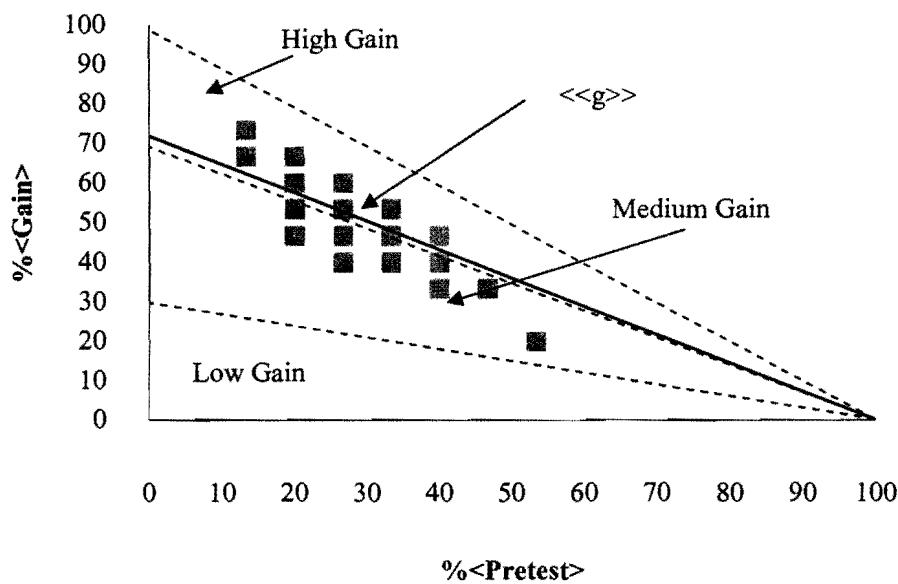
จากการทำนายผลลัพธ์หน้ามีกลุ่มคำตอบ 3 กลุ่มคำตอบ คือ เมื่อให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าเดิม มีจำนวนนักเรียนตอบ 3 กลุ่ม (ร้อยละ 42.86) เมื่อให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น มีจำนวนนักเรียนตอบ 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57) และเมื่อให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง มีจำนวนนักเรียนตอบ 2 กลุ่ม (ร้อยละ 28.57)

4.4 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนแบบ POE

ตารางที่ 4.16 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนแบบ POE

เรื่องที่	%pre	%post	Actual gain (%post - %pre)	Maximum possible gain (100-%pre)	Normalize gain ($\frac{\%post - \%pre}{100 - \%pre}$)
1	31.05	76.84	45.79	68.95	0.66(Medium)
2	28.95	81.58	52.63	71.05	0.74(High)
3	24.56	84.21	59.65	75.44	0.79(High)
เฉลี่ย	28.77	80.53	51.75	71.23	0.73(High)

จากตารางที่ 4.16 แสดงว่าผลความก้าวหน้าทางการเรียนแบบ POE เรื่องจังจรไฟฟ้ากระแสตรง ใช้วิธี average normalized gain, $\langle g \rangle$ ซึ่งหาได้จากการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual gain) หารด้วยผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นที่เป็นไปได้ (maximum possible gain) มีค่าเท่ากับ 0.73 ($\langle g \rangle$ มีค่าตั้งแต่ 0-1) พบว่าอยู่ในระดับ High Gain นักเรียนทำข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องจังจรไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเรียนได้น้อย เพราะข้อสอบเป็นข้อสอบที่เน้นการวัดความเข้าใจแนวคิดแต่ละเรื่องซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน พอนักเรียนเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ก่อนการสาธิตผู้สอนเบิดโอกาสให้ผู้เรียน ปรึกษากัน คาดเดาคำตอบที่จะเกิดขึ้น เพียงคำตอบลงในใบงาน แล้วจึงทำการสาธิต ทำให้นักศึกษาสร้างแนวความคิดที่ ถูกต้องจากการทดลองที่เห็นได้จริง หลังจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ถูกต้องลงในใบงาน อีกชุดหนึ่ง ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้สูงในการทำข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางการเรียนอยู่ในระดับ High Gain



ภาพที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนและการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง

จากข้อมูลภาพที่ 4.11 อธิบายได้ว่าแกน Y คือ ผลของการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง หรือ Actual gain ส่วนแกน X คือ % Pretest และ normalize gain คือ ค่าสัมบูรณ์ของความชันของกราฟกราฟเส้นประ คือ ช่วงแบ่งชั้นของระดับค่า normalize gain ที่แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มสูง (High Gain) กลุ่มกลาง (Medium Gain) กลุ่มต่ำ (Low Gain) โดยกราฟเส้นที่บีบถูกศรซึ่งแสดงเรียนว่า <>g>> คือ ค่าของ Class average normalized gain จุดที่บีบสี่เหลี่ยมแทน single student normalized gain ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนร้อยละ 65.79 (จำนวน 25 คน) ของจำนวนนักเรียนมี normalized gain อยู่ในระดับ High Gain นักเรียนร้อยละ 34.21 (จำนวน 13 คน) ของจำนวนนักเรียนมี normalized gain อยู่ในระดับ Medium Gain โดย Class average normalized gain อยู่ในระดับ High Gain ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.73

4.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายเรื่อง

นำคะแนนวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องที่ 1 การวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน มาวิเคราะห์ค่า normalized gain เพื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีการพัฒนาในแต่ละเรื่อง โดยดูจากคะแนนในแต่ละหัวข้อ โดยดูจากคะแนนเฉลี่ยทั้งชั้นในแต่ละเรื่อง ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งหมด 3 เรื่อง ดังนี้

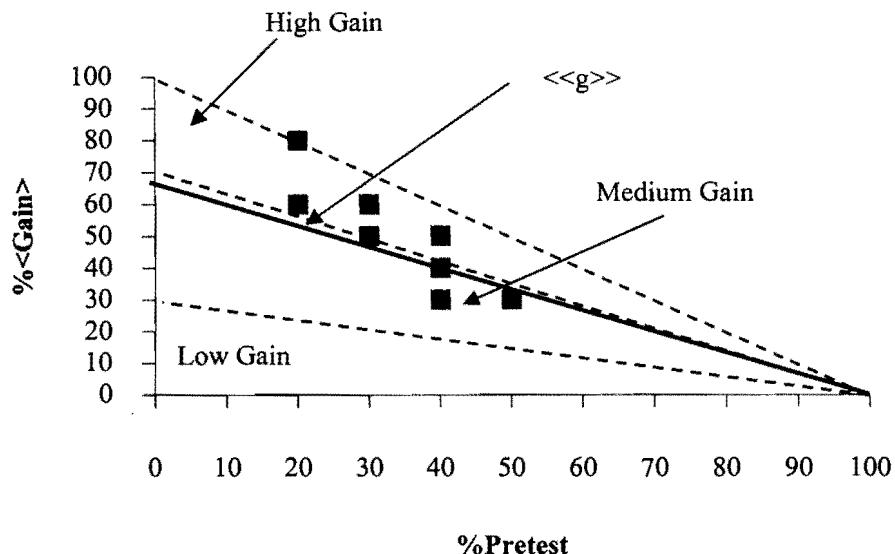
4.5.1 การวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์

4.5.2 ความด้านثانไฟฟ้า

4.5.3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักยไฟฟ้าระหว่างหัวข้อ

ตารางที่ 4.17 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์

จำนวน นักเรียน (คน)	ระดับสูง (High Gain) (คน)	ระดับกลาง (Medium Gain) (คน)	ระดับต่ำ (Low Gain) (คน)
38	19	19	0

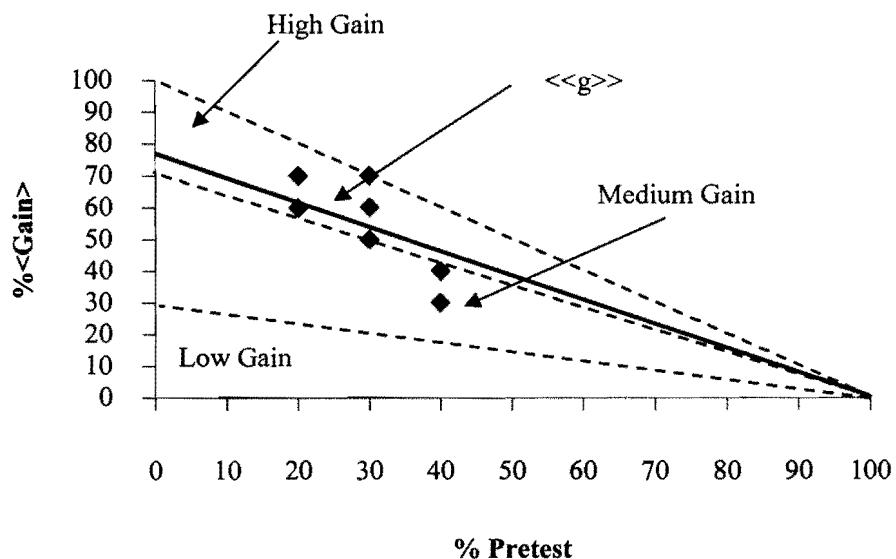


ภาพที่ 4.12 ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์

จากตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.12 อธิบายได้ว่าจำนวนนักเรียน 38 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) นักเรียนจำนวน 19 คน มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง (High Gain) และอีก 19 คนมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) ในเรื่องนี้นักเรียนมีค่า Class average normalized gain $<<g>>$ อยู่ในระดับ Medium Gain มีค่า 0.69 เป็นเพราะเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์เป็นเรื่องที่ง่าย นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนมาก่อน อีกทั้งนักเรียนเมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE และนักเรียนตั้งใจทำกิจกรรมเป็นอย่างดี จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนในเรื่องนี้สูงกว่าเรื่องอื่น ๆ

ตารางที่ 4.18 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องความต้านทานไฟฟ้า

จำนวน นักเรียน (คน)	ระดับสูง (High Gain) (คน)	ระดับกลาง (Medium Gain) (คน)	ระดับต่ำ (Low Gain) (คน)
38	34	4	0

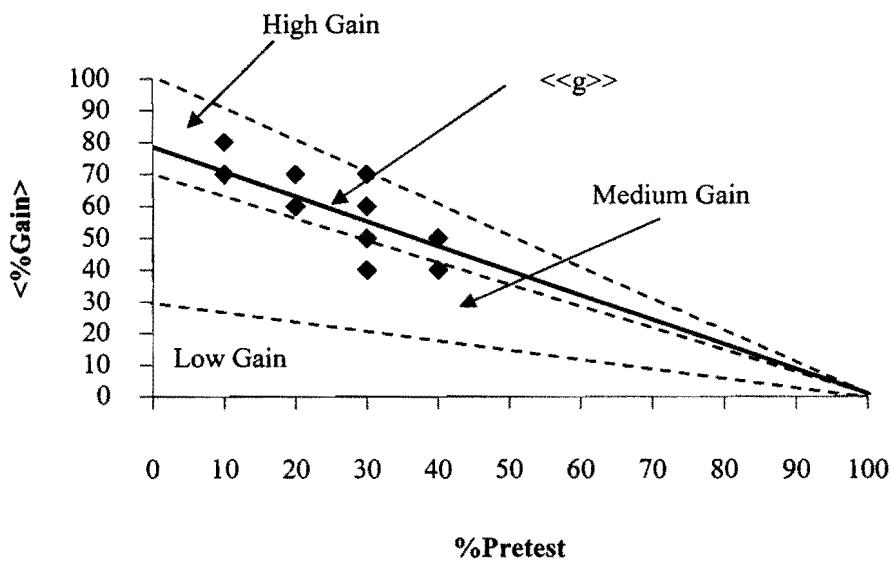


ภาพที่ 4.13 ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องความด้านท่านไฟฟ้า

จากตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.13 อธิบายได้ว่าจำนวนนักเรียน 38 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) นักเรียนจำนวน 34 คน มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง (High Gain) และอีก 4 คนมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) ในเรื่องนี้นักเรียนมีค่า Class average normalized gain $\langle\langle g \rangle\rangle$ อยู่ในระดับ High Gain มีค่า 0.76 เป็นเพราะเรื่องความด้านท่านไฟฟ้าเป็นเรื่องที่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักของความด้านท่านของโลหะตัวนำ เนื้อหาภาระเรียนมีการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งนักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนนักเรียนทำไม่ถูกได้แต่เมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POEแล้วทำให้นักเรียนทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนสูงขึ้นและความก้าวหน้าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (High Gain)

ตารางที่ 4.19 จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องแรงกดื่นไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า

จำนวน นักเรียน (คน)	ระดับสูง (High Gain) (คน)	ระดับกลาง (Medium Gain) (คน)	ระดับต่ำ (Low Gain) (คน)
38	37	1	0

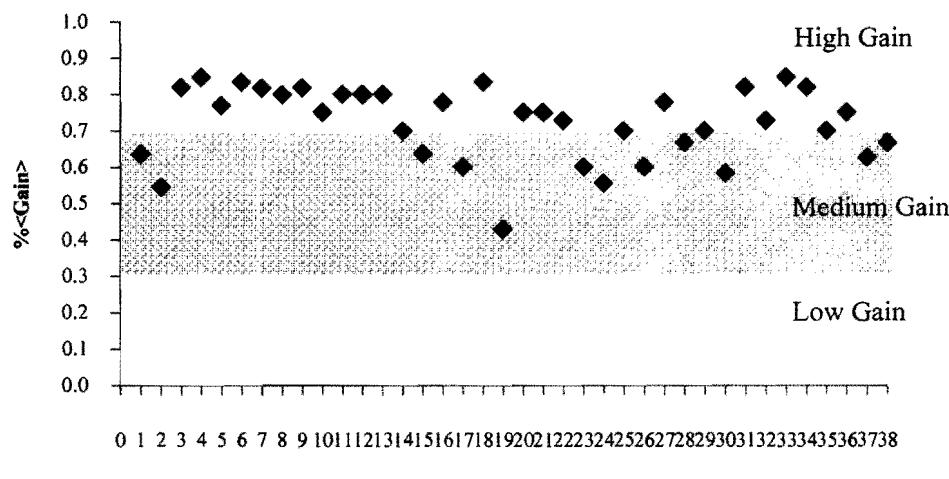


ภาพที่ 4.14 ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างชั้วไฟฟ้า

จากตารางที่ 4.19 และภาพที่ 4.14 อธิบายได้ว่าจำนวนนักเรียน 38 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (High Gain) นักเรียนจำนวน 37 คน มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง (High Gain) และอีก 1 คนมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) ในเรื่องนี้นักเรียนมีค่า Class average normalized gain $\langle\langle g \rangle\rangle$ อยู่ในระดับ High Gain มีค่า 0.79 เป็นเพราะเรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างชั้วไฟฟ้าเป็นเรื่องที่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน เพื่อหากิจกรรมมีการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งนักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนนักเรียนทำได้น้อยแต่เมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE แล้วทำให้นักเรียนทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทดสอบลดลงเรียนสูงขึ้นและความก้าวหน้าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (High Gain)

4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนเป็นรายบุคคลซึ่ง แสดงในภาพที่ 4.15

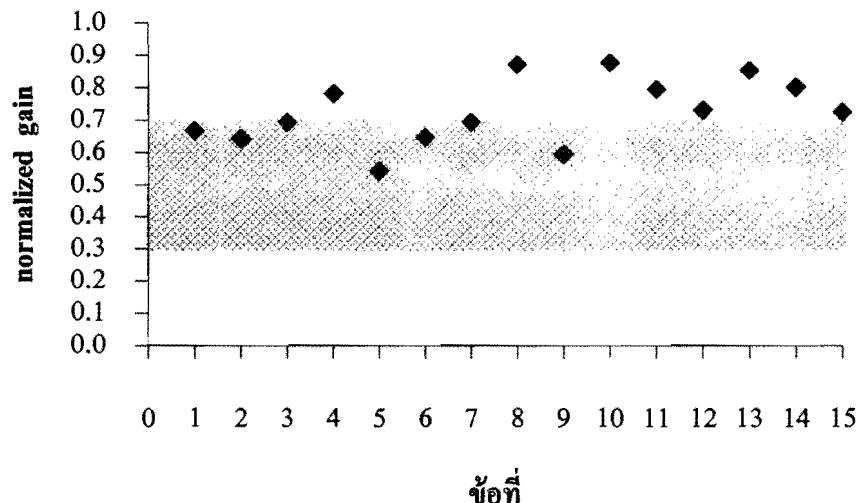


ภาพที่ 4.15 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล

จากภาพที่ 4.15 แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคลที่เรียนโดยใช้ การสอนแบบ POE มีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับ High Gain จำนวน 22 คน ซึ่งนักเรียน กลุ่มดังกล่าวเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมตามการสอนแบบ POE เมื่อ ลงสัญจะซักถามข้อสงสัยทันที มีความสนใจในการสอนแบบ POE สามารถพัฒนาความเข้าใจ แนวคิดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้เป็นอย่างดี จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนในการทำ แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงสูงกว่าก่อนเรียนมาก มีนักเรียน จำนวน 2 คน ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงสุดเท่ากับ 0.85 ซึ่ง นักเรียนทั้ง 2 คน นี้ทำข้อสอบ หลังเรียนได้คะแนน 13 และยังมีนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับ Medium Gain จำนวน 16 คน เป็นนักเรียนในกลุ่มที่ยังไม่ค่อยตั้งใจทำกิจกรรมตามการสอนแบบ POE ในบาง กิจกรรม

4.7 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ โดยข้อสอบที่ใช้วัดความเข้าใจแนวคิดทางการเรียนมีทั้งหมด 15 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก



ภาพที่ 4.16 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ

จากภาพที่ 4.16 พบว่าข้อสอบจำนวน 8 ข้อ ที่ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ High Gain คือข้อที่ 4, 8, 10, 11, 12, 13, 14 และ 15 และมีข้อสอบจำนวน 7 ข้อ ที่ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ Medium Gain คือ ข้อ 1, 2, 3, 5, 6, 7 และ 9 ข้อสอบที่ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดคือข้อ 10 ความก้าวหน้าทางการเรียน 0.88 อยู่ในระดับ High Gain ข้อสอบที่ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุดคือข้อ 5 ความก้าวหน้าทางการเรียน 0.54 อยู่ในระดับ Medium Gain

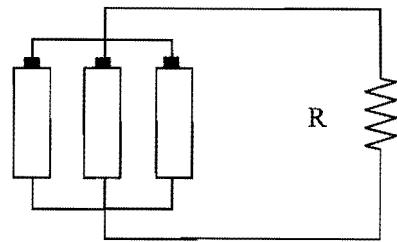
ข้อสอนข้อที่ 5 ลวด A ยาวเป็น 2 เท่าของลวด B และมีพื้นที่ภาคตัดขวางเป็นครึ่งหนึ่งของลวด B แต่ลวด B สภาพความต้านทานเป็น 4 เท่าของลวด A อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของลวด A ต่อลวด B ตรงกับข้อใด

ตารางที่ 4.20 วิเคราะห์ข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ก. 3 : 4	10 คน ร้อยละ 26.32	5 คน ร้อยละ 13.16
ข. 4 : 3	8 คน ร้อยละ 21.05	3 คน ร้อยละ 7.89
ค. 2 : 3	6 คน ร้อยละ 15.79	3 คน ร้อยละ 7.89
ง. 1 : 1	14 คน ร้อยละ 36.84	27 คน ร้อยละ 71.06

คำตอนที่ถูกคือ ง ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง Medium Gain คะแนนสอบก่อนเรียนนักเรียนตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 36.84 ในข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางการเรียนก่อนเรียน เพราะข้อสอบข้อดังกล่าวเป็นข้อสอบที่ต้องใช้ทักษะการคำนวณเข้ามาช่วยในการคำนวณ ดังนั้นเมื่อนักเรียนขาดทักษะในการคำนวณ และต้องรู้เรื่องของความต้านทานซึ่งอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวด แต่เมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE และนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจผลที่มีต่อความต้านทานไฟฟ้าของ漉ดตัวนำจึงทำให้คะแนนสอบหลังเรียนนักเรียนตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 71.06

ข้อสอบข้อที่ 10. จากภาพแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ต่อกรรุ่ม R มีค่าเท่าใด



ตารางที่ 4.21 วิเคราะห์ข้อสอบที่ที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ก. E	13 คน ร้อยละ 34.21	34 คน ร้อยละ 89.47
ข. 3E	19 คน ร้อยละ 50.00	3 คน ร้อยละ 7.90
ค. E/3	6 คน ร้อยละ 15.79	1 คน ร้อยละ 2.63
ง. ไม่มีข้อใดถูก	0 คน ร้อยละ 0.00	0 คน ร้อยละ 0.00

คำตอบที่ถูก คือ ก ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง High Gain คะแนนสอบก่อนเรียนนักเรียนตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 15.79 ในข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางการเรียนก่อนเรียน เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าการเคลื่อนที่นำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อขนาดกันจะเป็นจำนวนเท่าของจำนวนเซลล์ไฟฟ้า แต่เมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE และนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจการต่อเซลล์ไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน ทำให้คะแนนสอบหลังเรียนนักเรียนตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 89.47

4.8 การวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ POE

การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ POE โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากที่ทำการสอนเสร็จในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 15 ข้อ และได้แบ่งค้านการประเมินความพึงพอใจออกเป็น 4 ค้าน (บุญชุม ศรีสะอาด, 2543 : 103) ได้ผลการประเมินความพึงพอใจ ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ				
	5	4	3	2	1
ด้านสาระการเรียนรู้					
1. ไม่ยากเกินไป	7.89	71.05	21.05	0	0
2. ตรงกับความสนใจของ ข้าพเจ้า	10.53	68.42	21.05	0	0
3. เป็นเรื่องที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ได้จริง	21.05	60.53	18.42	0	0
4. เป็นเรื่องที่น่าศึกษาด้วย ตนเอง	26.32	71.05	2.63	0	0
รวม	16.45	67.76	15.79	0	0
ด้านการจัดการเรียนรู้					
5. ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ ได้ แลกเปลี่ยนการเรียนรู้	23.68	68.42	7.89	0	0
6. เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ ฝึกทักษะต่าง ๆ จนมีความรู้ และความมั่นใจ	39.47	60.53	0	0	0
7. ทำให้ข้าพเจ้าได้ศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง	26.32	55.26	18.42	0	0
8. เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ แสดงออก	23.68	55.26	7.89	0	0
รวม	28.29	63.16	8.55	0	0

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ				
	5	4	3	2	1
ด้านสื่อการเรียนรู้					
9. มีสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ทุกช่วงเวลา	18.42	60.53	21.05	0	0
10. ข้าพเจ้าเกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ เมื่อได้เรียนรู้โดยใช้ การสอนแบบ POE	31.58	68.42	0	0	0
11. ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจยิ่งขึ้น	28.95	63.16	7.89	0	0
12. ทำให้ข้าพเจ้าได้รับ ประสบการณ์จากการเรียน โดยตรง	28.95	68.42	2.63	0	0
รวม	26.97	65.13	7.89	0	0
ด้านการวัดและประเมินผล					
13. ข้าพเจ้าได้รับคำชี้แจง จากครูเสมอ เมื่อต้องการทำ กิจกรรมและเมื่อทำ แบบทดสอบย่อยหลังเรียน ผ่านเกณฑ์	21.05	60.53	18.42	0	0
14. หลังทำแบบทดสอบ ข้าพเจ้าได้ทราบผลคะแนน ของตนเอง	23.68	52.63	23.68	0	0

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ				
	5	4	3	2	1
15. หลังการจัดการเรียนรู้แบบ POE เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ประเมินตนเอง	26.31	60.53	13.16	0	0
รวม	23.68	57.89	18.42	0	0
รวมทั้งหมด	23.85	63.86	12.28	0	0

จากตารางที่ 4.22 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจที่มีต่อการสอนแบบ POE โดยแยกตามค่าคะแนนของนักเรียนโดยที่ นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 63.86 มีความพึงพอใจต่อการสอนแบบ POE เฉลี่ยอยู่ในระดับมาก รองลงมาคือ มีความพึงพอใจต่อการสอนแบบ POE มากที่สุด ร้อยละ 23.85 และมีความพึงพอใจต่อการสอนแบบ POE ระดับปานกลาง ร้อยละ 12.28 แสดงว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการสอนแบบ POE อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ตามหัวข้อที่

ความพึงพอใจด้านต่างๆ	ผลการวิเคราะห์			
	ข้อที่	\bar{X}	SD	คุณภาพ
1 สาระการเรียนรู้	1 – 4	4.01	0.57	มาก
2 การจัดการเรียนรู้	5 – 8	4.20	0.58	มาก
3 สื่อการเรียนรู้	9 – 12	4.19	0.56	มาก
4 การวัดและประเมินผล	13 – 15	4.05	0.56	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.12	0.59	มาก

จากตารางที่ 4.23 พนว่า ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจที่มีต่อการใช้การสอนแบบ POE เท่ากับ 4.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 แสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้การสอนแบบ POE อยู่ในระดับค่อนข้าง โดยความพึงพอใจที่มากที่สุด คือ ด้านการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเฉลี่ย 4.20) ด้านสาระการเรียนรู้นักเรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ยน้อยที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.01)

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง เกิดความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและมีความสนใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้การสอนแบบ POE หลังจากดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลตาม ปัญหาการวิจัย ดังนี้

ปัญหาการวิจัยข้อที่ 1 การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 หรือไม่ อย่างไร

ตอบปัญหาการวิจัย การสอนแบบ POE มีประสิทธิภาพเท่ากับ $84.56/80.53$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ค่า 84.56 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ หาได้จากการอัตรากำลังคะแนนเฉลี่ยของการสอนแบบ POE ที่ประกอบด้วยใบงานที่ให้นักเรียนทำ และแบบทดสอบหลังเรียน ค่า 80.53 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์หาได้จากการอัตรากำลังคะแนนเฉลี่ย วัดความเข้าใจแนวคิดหลังจากการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE (post - test)

ปัญหาการวิจัยข้อที่ 2 การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายสามารถเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบปัญหาการวิจัย นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ POE หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (12.08) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (4.32) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปัญหาการวิจัยข้อที่ 3 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบทำนาย สังเกต อธิบายเป็นอย่างไร

ตอบปัญหาการวิจัย นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ POE มีผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายห้องมีค่าเท่ากับ 0.73 อยู่ในระดับ High Gain เรื่อง แรงคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างชั้วไฟฟ้า มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดอยู่ในระดับสูง (High Gain) Class average normalized gain $<>g<>$ มีค่า 0.79 เป็นเพร率เรื่อง แรงคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟาระหว่างชั้วไฟฟ้าเป็นเรื่องที่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน เนื่องจากกรรมมีการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่ง นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนนักเรียนทำได้น้อยแต่เมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE แล้วทำ

ให้นักเรียนทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนสูงขึ้นและความก้าวหน้าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง High Gain เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์และแอมมิเตอร์ มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) Class average normalized gain <> มีค่า 0.69 เป็นเพราะเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์เป็นเรื่องที่ง่าย นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนมาก่อน อีกทั้งนักเรียนเมื่อเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE แล้วนักเรียนตั้งใจทำกิจกรรมเป็นอย่างดี จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนในเรื่องนี้น้อยกว่าเรื่องอื่น ๆ ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ POE มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 แสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ POE อยู่ในระดับมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ใน การจัดการเรียนการสอนแบบ POE เพื่อให้ทันเวลาจะต้องสอนวิธีการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าให้นักเรียนได้เรียนรู้ก่อนเพื่อจะได้ทำการทดลองได้เร็วขึ้น

5.2.2 การสอนแบบ POE จะต้องทำนายผลการทดลองล่วงหน้ามีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่อยากจะเขียนผลการทำนายดังนั้นครูผู้สอนจะต้องพยายามอภิปรายให้นักเรียนเขียนทำนายผลการทดลองล่วงหน้าก่อน

5.2.3 ครูจะต้องบอกรายละเอียดเรื่องการวัดของนักเรียนเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องมือเสียหาย

ເອກສາຣ໌ອ້າງອີງ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ (ร.ส.พ.), 2545.
- หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว, 2545.
- กาญจนา วัฒนาภู. การศึกษาในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2545.
- ณารากรณ์ บุญกิจ. “ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิสต์ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- น้ำค้าง จันเสริม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิสต์ โดยใช้วิธี POEs. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- บุญชน ศรีสะอะด. “การประเมินสื่อการสอน” ใน รวมสาระนำรู้เกี่ยวกับการวิจัย เล่ม 2.
- มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2543.
- เพชริญ กิจระการ. การวิจัยและทฤษฎีเทคโนโลยีการศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2542.
- วนิชา ประชุมรพันธุ์. “รูปแบบการทำความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิสต์ เรื่องงานและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE)”, ในการประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- สงกรานต์ มูลศรีแก้ว. “ตัวแทนความคิด เรื่องของไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, ในการประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม พิสิกส์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : ครุสภากาดพร้าว, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4. รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET ปีการศึกษา 2551. ขอนแก่น : กลุ่มนิเทศติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4, 2551.
- . รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET ปีการศึกษา 2552. ขอนแก่น : กลุ่มนิเทศติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ขอนแก่น เขต 4, 2552.
- ยัชварัฐ นามกันคำ. การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับนักเรียนสายวิชาชีพ. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.

Royer, JM. "Theories of the transfer of learning", Educational Psychologist. 14: 53-69, 1979
 White, RT., and Gunstone ,RF. Probing understanding. London: Falmer Press, 1992.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คณแผนและผลการคำนวณทางสถิติ

ตารางที่ ก.1 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แผนการสอนแบบ POE

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X _i)	คะแนนหลังเรียน (X _f)	D _i =X _f -X _i	D _i ²
1	4	11	7	49
2	4	10	6	36
3	4	13	9	81
4	2	13	11	121
5	2	12	10	100
6	3	13	10	100
7	4	13	9	81
8	5	13	8	64
9	4	13	9	81
10	3	12	9	81
11	5	13	8	64
12	5	13	8	64
13	5	13	8	64
14	5	12	7	49
15	4	11	7	49
16	6	13	7	49
17	5	11	6	36
18	3	13	10	100
19	8	11	3	9
20	3	12	9	81
21	3	12	9	81
22	4	12	8	64
23	5	11	6	36
24	6	11	5	25

ตารางที่ ก.1 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การสอนแบบ
POE (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X _i)	คะแนนหลังเรียน (X _f)	D _i =X _f -X _i	D _i ²
25	5	12	7	49
26	5	11	6	36
27	6	13	7	49
28	3	11	8	64
29	5	12	7	49
30	3	10	7	49
31	4	13	9	81
32	4	12	8	64
33	2	13	11	121
34	4	13	9	81
35	5	12	7	49
36	3	12	9	81
37	7	12	5	25
38	6	12	6	36
N=38	$\sum X_i = 164$	$\sum X_f = 459$	$\sum D_i = 295$	$\sum D_i^2 = 2,399$

การคำนวณหาค่า dependent t-test

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad df = N-1$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ} \quad \sum D &= 295 \\
 N &= 38 \\
 (\sum D^2) &= 2,399 \\
 t &= \frac{295}{\sqrt{\frac{(38)2,399 - (295)^2}{38-1}}} \\
 t &= \frac{295}{\sqrt{\frac{4137}{37}}} \\
 t &= \frac{295}{10.57} \\
 t &= 27.89
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ก.2 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างก่อนเรียน โดยใช้การสอนแบบ POE แยกเป็นรายเรื่อง และรายบุคคล

คน ที่	คะแนนก่อนเรียน pre-test															
	เรื่องที่ 1			เรื่องที่ 2				เรื่องที่ 3								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	รวม
1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
3	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
6	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
7	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
8	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5
9	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
10	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
11	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	5
12	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	5
13	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	5
14	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	5
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	4
16	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	6
17	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	5
18	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
19	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	8
20	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
22	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4

ตารางที่ ก.2 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างก่อนเรียน โดยใช้การสอนแบบ POE และเป็นรายเรื่อง และรายบุคคล (ต่อ)

ตารางที่ ก.3 คะแนนความเข้าใจแนวคิดคริสต์ว่างหลังเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE แยกเป็นรายเรื่อง และรายบุคคล

คน ที่	คะแนนก่อนเรียน post-test															
	เรื่องที่ 1			เรื่องที่ 2					เรื่องที่ 3							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	รวม
1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	11
2	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	10
3	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
4	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	13
5	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12
6	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13
7	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13
9	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
10	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	12
11	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	13
12	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13
13	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	13
14	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	12
15	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	11
16	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13
17	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	11
18	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13
19	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	11
20	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	12
21	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	12
22	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	12

ตารางที่ ก.3 คะแนนความเข้าใจแนวคิดระหว่างหลังเรียน โดยใช้การสอนแบบ POE แยกเป็นรายเรื่อง และรายบุคคล (ต่อ)

ตารางที่ ก.4 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรวมทุกรื่อง

คนที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
1	26.67	73.33	46.67	73.33	0.64
2	26.67	66.67	40.00	73.33	0.55
3	26.67	86.67	60.00	73.33	0.82
4	13.33	86.67	73.33	86.67	0.85
5	13.33	80.00	66.67	86.67	0.77
6	20.00	86.67	66.67	80.00	0.83
7	26.67	86.67	60.00	73.33	0.82
8	33.33	86.67	53.33	66.67	0.80
9	26.67	86.67	60.00	73.33	0.82
10	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
11	33.33	86.67	53.33	66.67	0.80
12	33.33	86.67	53.33	66.67	0.80
13	33.33	86.67	53.33	66.67	0.80
14	33.33	80.00	46.67	66.67	0.70
15	26.67	73.33	46.67	73.33	0.64
16	40.00	86.67	46.67	60.00	0.78
17	33.33	73.33	40.00	66.67	0.60
18	20.00	86.67	66.67	80.00	0.83
19	53.33	73.33	20.00	46.67	0.43
20	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
21	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
22	26.67	80.00	53.33	73.33	0.73
23	33.33	73.33	40.00	66.67	0.60
24	40.00	73.33	33.33	60.00	0.56
25	33.33	80.00	46.67	66.67	0.70

ตารางที่ ก.4 ผลการวิเคราะห์ความถ้วนหน้าทางการเรียนรวมทุกเรื่อง (ต่อ)

คนที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
26	33.33	73.33	40.00	66.67	0.60
27	40.00	86.67	46.67	60.00	0.78
28	20.00	73.33	53.33	80.00	0.67
29	33.33	80.00	46.67	66.67	0.70
30	20.00	66.67	46.67	80.00	0.58
31	26.67	86.67	60.00	73.33	0.82
32	26.67	80.00	53.33	73.33	0.73
33	13.33	86.67	73.33	86.67	0.85
34	26.67	86.67	60.00	73.33	0.82
35	33.33	80.00	46.67	66.67	0.70
36	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
37	46.67	80.00	33.33	53.33	0.63
38	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
รวม	28.77	80.53	51.75	71.23	0.73

ตารางที่ ก.5 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์

คนที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
1	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
2	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
3	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
4	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
5	40.00	70.00	30.00	60.00	0.50
6	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
7	40.00	90.00	50.00	60.00	0.83
8	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
9	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
10	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
11	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
12	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
13	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
14	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
15	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
16	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
17	40.00	90.00	50.00	60.00	0.83
18	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
19	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
20	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
21	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
22	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
23	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
24	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60

ตารางที่ ก.5 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโอลต์ มิต่อร์และแอมมิต่อร์ (ต่อ)

คนที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
25	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
26	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
27	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
28	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
29	40.00	70.00	30.00	60.00	0.50
30	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
31	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
32	50.00	80.00	30.00	50.00	0.60
33	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
34	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
35	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
36	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
37	20.00	100.00	80.00	80.00	1.00
38	37.89	81.05	43.16	62.11	0.69

ตารางที่ ก.๖ ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องสภาพด้านท่านและสภาพนำไฟฟ้า

คณที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
1	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
2	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
3	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
4	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
5	40.00	70.00	30.00	60.00	0.50
6	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
7	30.00	100.00	70.00	70.00	1.00
8	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
9	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
10	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
11	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
12	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
13	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
14	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
15	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
16	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
17	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
18	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
19	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
20	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
21	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
22	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
23	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
24	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75

ตารางที่ ก.6 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องสภาพด้านท่านและสภาพนำไฟฟ้า
(ต่อ)

คณที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
25	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
26	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
27	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
28	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
29	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
30	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
31	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
32	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
33	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
34	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
35	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
36	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
37	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
38	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67

ตารางที่ ก.7 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟาระหว่างขั้วไฟฟ้า

คนที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
1	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
2	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
3	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
4	30.00	90.00	60.00	70.00	0.86
5	30.00	70.00	40.00	70.00	0.57
6	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
7	30.00	100.00	70.00	70.00	1.00
8	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
9	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
10	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
11	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
12	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
13	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
14	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
15	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
16	40.00	90.00	50.00	60.00	0.83
17	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
18	30.00	100.00	70.00	70.00	1.00
19	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
20	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
21	20.00	90.00	70.00	80.00	0.88
22	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
23	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
24	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67

ตารางที่ ก.7 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่าง
ศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า (ต่อ)

คนที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
25	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
26	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
27	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
28	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
29	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
30	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
31	40.00	90.00	50.00	60.00	0.83
32	20.00	80.00	60.00	80.00	0.75
33	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
34	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
35	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
36	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
37	10.00	80.00	70.00	90.00	0.78
38	10.00	90.00	80.00	90.00	0.89

ตารางที่ ก.8 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชื่อ

คนที่	%Pre	%Post	%Actual gain	%Possible gain	Avg.Normolized gain
1	21.05	73.68	52.63	78.95	0.67
2	26.32	73.68	47.37	73.68	0.64
3	31.58	78.95	47.37	68.42	0.69
4	39.47	86.84	47.37	60.53	0.78
5	36.84	71.05	34.21	63.16	0.54
6	18.42	71.05	52.63	81.58	0.65
7	31.58	78.95	47.37	68.42	0.69
8	39.47	92.11	52.63	60.53	0.87
9	28.95	71.05	42.11	71.05	0.59
10	15.79	89.47	73.68	84.21	0.88
11	36.84	86.84	50.00	63.16	0.79
12	31.58	81.58	50.00	68.42	0.73
13	28.95	89.47	60.53	71.05	0.85
14	21.05	84.21	63.16	78.95	0.80
15	23.68	78.95	55.26	76.32	0.72

ตารางที่ ก.9 คะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ก น ที่	สาระการเรียนรู้					การเรียนรู้				สื่อการเรียนรู้					การวัดและประเมินผล					รวม	เฉลี่ย		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	3	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	3	3	5	3	4	3	4	4	77	3.85	
2	4	4	4	5	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	84	4.20	
3	3	4	3	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	3	4	3	4	4	78	3.90	
4	4	4	4	5	4	5	4	3	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	85	4.25	
5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	86	4.30	
6	5	4	3	4	4	4	5	5	5	4	5	4	3	4	3	3	4	3	4	4	80	4.00	
7	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	86	4.30
8	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	3	4	4	4	3	4	5	4	85	4.25	
9	5	4	5	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	3	4	3	79	3.95
10	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	85	4.25
11	5	4	5	4	3	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	5	4	3	4	3	82	4.10
12	4	4	5	4	3	4	4	4	4	5	4	3	4	3	4	4	4	5	4	3	79	3.95	
13	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	84	4.20
14	3	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	3	4	4	3	4	2	82	4.10
15	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4	5	5	80	4.00
16	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	81	4.05
17	4	4	5	4	5	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	82	4.10
18	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	81	4.05
19	4	4	5	4	5	4	3	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	86	4.30
20	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	87	4.35
21	3	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	81	4.05
22	4	3	4	4	5	4	5	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	5	5	78	3.90

ตารางที่ ก.9 คะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

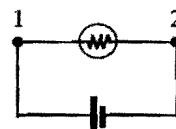
คณ. ที่	สาระการเรียนรู้					การเรียนรู้					สื่อการเรียนรู้					การวัดและประเมินผล					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
23	4	3	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	3	4	3	4	77	3.85
24	3	3	4	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	3	4	3	3	4	4	5	78	3.90
25	4	4	3	4	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	80	4.00
26	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	3	4	3	4	4	3	4	80	4.00
27	4	4	3	4	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	79	3.95
28	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	79	3.95
29	3	4	4	5	4	5	4	3	4	4	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	79	3.95
30	4	4	3	4	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	80	4.00
31	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4	3	4	4	4	82	4.10
32	4	4	4	4	5	4	3	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	81	4.05
33	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	3	4	4	79	3.95
34	4	4	5	4	5	4	3	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	85	4.25
35	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	82	4.10
36	4	4	5	4	5	4	3	4	3	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	5	83	4.15
37	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	81	4.05
38	4	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	5	84	4.20
รวม	147	148	153	161	158	167	155	158	151	164	160	162	153	152	157	145	143	150	155	158	3,097	-
เฉลี่ย	3.87	3.89	4.03	4.24	4.16	4.39	4.08	4.16	3.97	4.32	4.21	4.26	4.03	4.00	4.13	3.82	3.76	3.95	4.08	4.16	3.87	4.08
S.D.	0.53	0.56	0.64	0.49	0.55	0.50	0.67	0.55	0.64	0.47	0.58	0.50	0.64	0.70	0.62	0.51	0.54	0.61	0.49	0.55	0.53	0.59

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

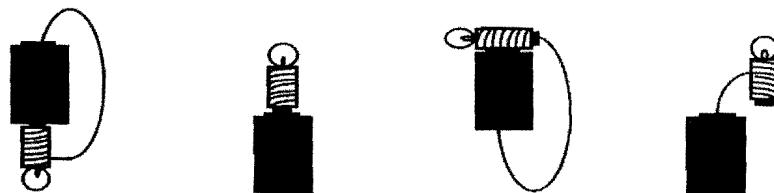


แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา ตำบลล้านนาฝาง อําเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1. เมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 1 กับ กระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 2 ที่จุดใดมีค่ากระแสไฟฟ้า มากที่สุด

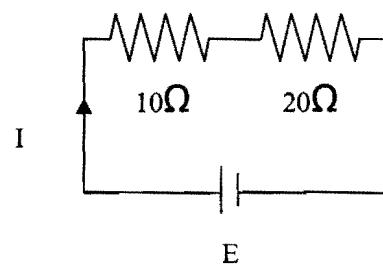


- ก. จุดที่ 1
ข. จุดที่ 2
ค. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวกันรอบวงจร
ง. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในสองทิศทางรอบวงจร
2. การต่อหลอดไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ในวงจรใด ทำให้หลอดไฟติดได้



- | | | | |
|--------------|-----------|--------------------|-----------|
| วงจรที่ 1 | วงจรที่ 2 | วงจรที่ 3 | วงจรที่ 4 |
| ก. วงจรที่ 1 | | ข. วงจรที่ 2 | |
| ค. วงจรที่ 3 | | ง. วงจรที่ 1 และ 3 | |

3. จากภาพวงจรอนุกรมข้อใดก่อให้ลักษณะไฟฟ้า I ได้อ่อนตื้อง



- ก. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_1 > R_2$ ข. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_2 > R_1$

- ค. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_1 = R_2$ ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

4. ความต้านทานของ漉ดตัวนำไม่เข้มกับปริมาณใดข้อต่อไปนี้

- ก. มวล ข. ความยาว

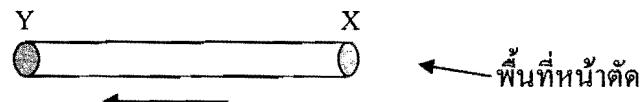
- ค. พื้นที่ภาคตัดขวาง ง. สภาพต้านทานไฟฟ้า

5. 漉ด A ยาวเป็น 2 เท่าของ漉ด B และมีพื้นที่ภาคตัดขวางเป็นครึ่งหนึ่งของ漉ด B แต่漉ด B สภาพความต้านทานเป็น 4 เท่าของ漉ด A อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของ漉ด A ต่อล漉ด B ตรงกับข้อใด

- ก. 3 : 4 ข. 4 : 3

- ค. 2 : 3 ง. 1 : 1

6. ถ้าให้โลหะตัวนำพื้นที่หน้าตัดคงที่ A และกระแสอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากตำแหน่ง X ไป Y ข้อใดก่อให้ลักษณะศักย์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง



กระแสอิเล็กตรอน

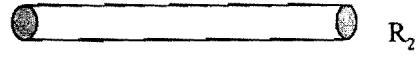
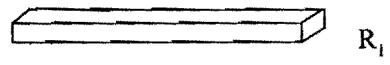
- ก. ตำแหน่ง X มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าตำแหน่ง Y

- ข. ตำแหน่ง Y มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าตำแหน่ง X

- ค. ตำแหน่ง X มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับตำแหน่ง Y

- ง. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

7. โลหะตัวนำชนิดหนึ่งนำมาหล่อให้เป็นแท่งที่มีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม และวงกลม ดังภาพ ถ้าพื้นที่หน้าตัดคือความยาวของ漉คตัวนำทั้งสองเท่ากัน ข้อใดกล่าวถึงความต้านทานได้อย่างถูกต้อง



เมื่อ R_1 เป็นความต้านทานที่มีพื้นที่หน้าตัดครูปส์เหล็ก 5 และ R_2 เป็นความต้านทานที่มีพื้นที่หน้าตัดครูปส์เหล็ก 10

- ก. $R_1 > R_2$ ภ. $R_1 < R_2$
 ค. $R_1 = R_2$ ง. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

8. a. ความ窄隘ที่เกิดขึ้นกับความต้านทานเป็นส่วนกลับของกันและกัน

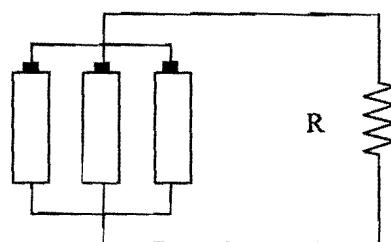
- b. วัตถุมีสภาพนำไฟฟ้าสูงจะมีสภาพด้านท่านตា
c. ความนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็นซิเมนส์ต่อมเมตร
ข้อใดคือต่อไปนี้ถูก

- ก. ข้อ a, b และ c
ก. ข้อ b, c

9. ทิศของกระแสไฟฟ้าตามสากลนิยมคิดจากอะไรมะ

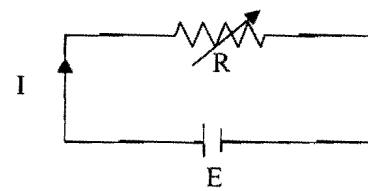
- ก. ทิศที่ไปร่องเคลื่อนที่
 - ข. ทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่
 - ค. ทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่หรือทิศตรงข้ามที่อ่อนนุ力เคลื่อนที่
 - ง. ทิศท่อนุภาคไฟฟ้านุวัติเคลื่อนที่หรือทิศตรงข้ามกับอนุภาคไฟฟ้าลบเคลื่อนที่

10. จากภาพแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ต่อกลร่อง R มีค่าเท่าไร



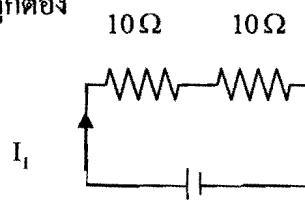
- ก. E ๗. 3E
ค. E/3 จ. ไม่มีข้อใดถูก

11. เมื่อทำให้ป้ายทึ้งสองของเท่งโลหะมีความต่างศักย์ จะมี
- การเคลื่อนที่ของเท่งโลหะจากป้ายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังป้ายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของเท่งโลหะ ที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังป้ายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - กระแสไฟฟ้าผ่านเท่งโลหะจากป้ายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังป้ายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกไปยังขั้วลบและประจุไฟฟ้าลบไปยังขั้วนอก
12. จากการทดลองกฎของโอห์ม (Ohm's Law) ต่อวงจรดังรูป ถ้าต้องการทดลองให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ E และปรับความต้านทานจากตัวต้านทานปรับค่าได้ R จากค่าความต้านทานน้อยไปหาค่ามาก กระแสในวงจร I มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

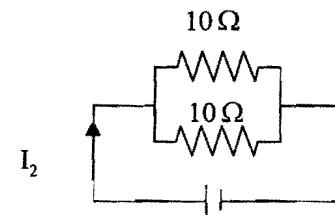


- กระแสไฟฟ้า I เปลี่ยนแปลงลดลง
- กระแสไฟฟ้า I เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น
- กระแสไฟฟ้า I ไม่เปลี่ยนแปลง
- กระแสไฟฟ้าไม่เข้ากัน R

13. จากภาพ ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าเท่ากัน ทั้งภาพ ก และ ข ข้อใดกล่าวถึงกระแส I_1 และ I_2 ได้ถูกต้อง



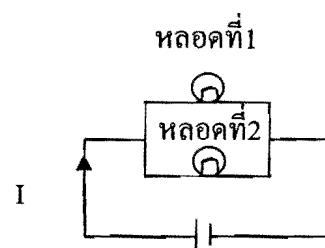
ภาพ ก



ภาพ ข

- กระแสไฟฟ้า $I_1 > I_2$
- กระแสไฟฟ้า $I_2 > I_1$
- กระแสไฟฟ้า $I_1 = I_2$
- ไม่มีข้อใดถูกต้อง

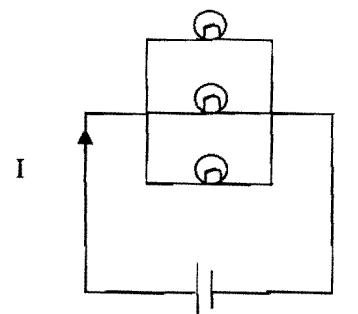
14. จากภาพ ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 มีความต้านทาน R และหลอดไฟหลอดที่ 2 มีความต้านทาน $2R$ นำมาต่อวงจรดังรูป ข้อใดกล่าวถึงกำลังของไฟฟ้าได้อ่ำงถูกต้อง



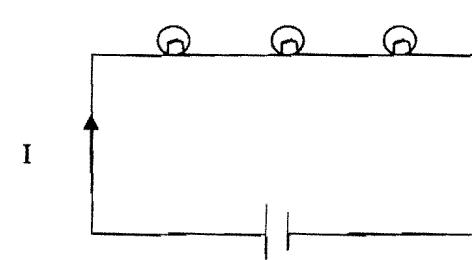
ก. กำลังไฟฟ้าจากหลอดที่ 1 > หลอดที่ 2 ข. กำลังไฟฟ้าจากหลอดที่ 2 > หลอดที่ 1

ค. กำลังไฟฟ้าจากหลอดที่ 1 = หลอดที่ 2 ง. ไม่สามารถบอกกำลังไฟฟ้าได้

15. ถ้าให้หลอดทั้งสามมีค่าความต้านทานเท่ากัน เมื่อเปิดสวิตซ์ วงจรแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 หลอดทั้งหมดสว่างหมด ถ้าหลอดที่ 2 ขาด ข้อใดกล่าวถูกต้อง



แบบที่ 1



แบบที่ 2

ก. แบบที่ 1 ยังมีบางหลอดสว่าง แบบที่ 2 ดับหมด

ข. ทั้งแบบที่ 1 และแบบที่ 2 หลอดดับหมด

ค. แบบที่ 1 แบบที่ 2 มีบางหลอดสว่าง

ง. ไม่ถูกต้อง



**เฉลยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
โรงเรียนทุ่งใหญ่วัฒนศึกษา ตำบลบ้านฝาง อําเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน**

ข้อที่ 1 ก

ข้อที่ 2 ง

ข้อที่ 3 ค

ข้อที่ 4 ก

ข้อที่ 5 ง

ข้อที่ 6 ข

ข้อที่ 7 ค

ข้อที่ 8 ข

ข้อที่ 9 ง

ข้อที่ 10 ก

ข้อที่ 11 ค

ข้อที่ 12 ค

ข้อที่ 13 ค

ข้อที่ 14 ก

ข้อที่ 15 ก

**ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนแบบ POE
เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง

โปรดอ่านข้อความแต่ละข้ออย่างละเอียด แล้วพิจารณาว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเท่าใด ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจ ของนักเรียนมากที่สุด โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

รายการที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					รวม
	5	4	3	2	1	
ด้านสารการเรียนรู้						
1. เนื้อหาสาระที่เรียนไม่ยากเกินไป						
2. เนื้อหาสาระที่เรียนตรงกับความสนใจของ ข้าพเจ้า						
3. เนื้อหาสาระที่เรียนเป็นเรื่องที่มีประโยชน์						
4. เนื้อหาสาระที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าศึกษาด้วย ตนเอง						
ด้านการจัดการเรียนรู้						
5. ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ ได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้						
6. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ฝึกทักษะต่าง ๆ จนมี ความรู้และความมั่นใจ						
7. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ทำให้ข้าพเจ้าได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง						
8. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้แสดงออก						

รายการที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					รวม
	5	4	3	2	1	
ด้านสื่อการเรียนรู้						
9. มีสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจทุกช่วงโฉม						
10. ข้าพเจ้าเกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ เมื่อได้เรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE						
11. การเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ทำให้ข้าพเจ้าใจเย็นขึ้น						
12. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ POE ทำให้ข้าพเจ้าได้รับประสบการณ์จากการเรียนโดยตรง						
ด้านการวัดและประเมินผล						
13. ข้าพเจ้าได้รับคำชี้แจงจากครูเสมอ เมื่อต้องทำกิจกรรมและเมื่อทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนผ่านเกณฑ์						
14. หลังทำแบบทดสอบข้าพเจ้าได้ทราบผลคะแนนของตนเอง						
15. หลังการจัดการเรียนรู้แบบ POE เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ประเมินตนเอง						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

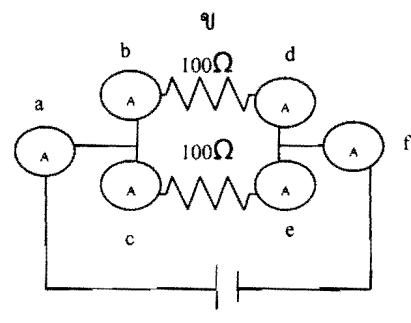
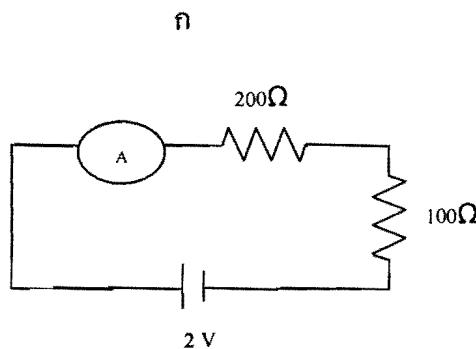
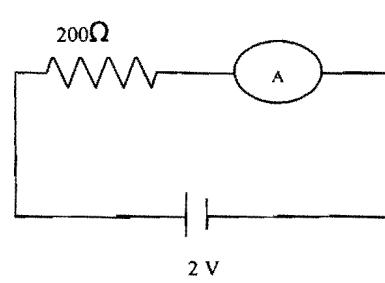
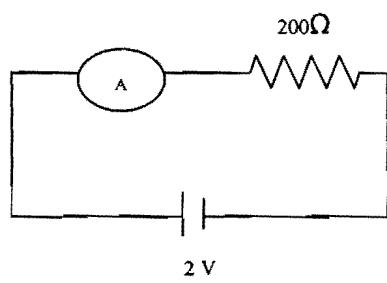
ภาคผนวก ค
ชุดปฏิบัติการและแผนการจัดการเรียนรู้

POE 1 เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์

POE 1.1 การวัดกระแสไฟฟ้า ด้วยแอมมิเตอร์

1. วัสดุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรกระแสตรงได้



2. ทำนายและผลการทดลอง

1. จากภาพ ก และ ข นักเรียนคิดว่ากระแสที่ได้จากการวัดของวงจรไฟฟ้าทั้งสองจะมีค่ากระแสเป็นอย่างไร

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

2. เมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการดังภาพ ก ข และ ค นักเรียนคิดว่าจะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

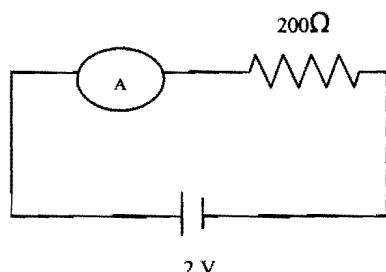
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. จากภาพ ง นักเรียนคิดว่าตำแหน่งใดที่มีกระแสไฟฟ้าเท่ากันบ้าง

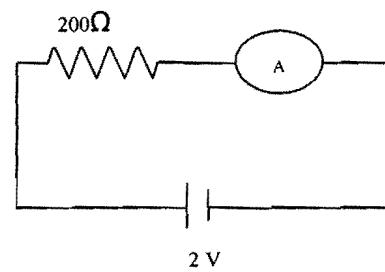
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. วิธีทดลอง

1. ให้ต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงตามภาพ ก.



ก



ห

ภาพที่ 1 การต่อแอมมิเตอร์เข้าใจวงจรไฟฟ้า

2. อ่านค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร ก.

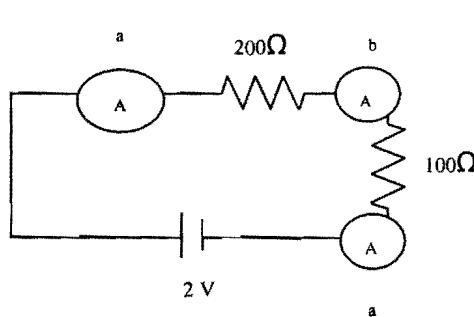
3. ปรับตำแหน่งการวัดกระแสไฟฟ้าดังภาพ ข อ่านค่ากระแสไฟฟ้า

4. เปลี่ยนค่าตัว้านทานที่มีค่าต่างกัน 4 ตัว และทำการทดลองซึ่งข้อที่ 1-3

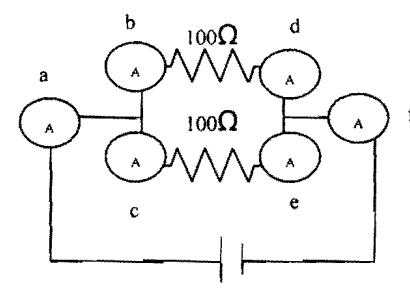
ตามลำดับ

5. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า จากสมการ $I = V/R$ เปรียบเทียบค่าที่ได้โดยการวัดจากแอมมิเตอร์

6. ต่อตัว้านทานค้างวงจรภาพ ค และ ง พร้อมกับวัดกระแสไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ในวงจร ดังภาพ บันทึกผลการทดลอง



ค



ง

ภาพที่ 2 การวัดกระแสไฟฟ้าจากวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

4. ผลการทดสอบ

ที่	ตัวต้านทาน	กระแส (การวัด)	กระแส (การคำนวณ)	(%) ความแตกต่าง
1				
2				
3				
4				
5				

5. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดสอบ

.....

.....

.....

.....

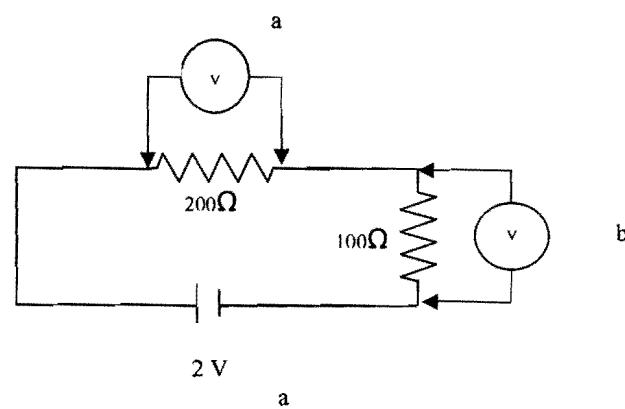
6. ขยายความรู้

- การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานกระแสไฟฟ้าจะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
-
-
-
-

POE 1.2 การวัดแรงดันไฟฟ้า ด้วยวอลต์มิเตอร์

1. วัตถุประสงค์

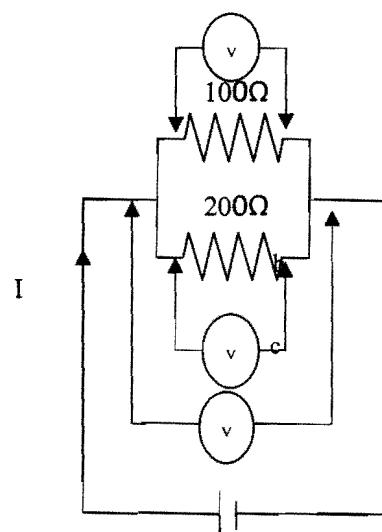
1. เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้วอลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 2 จุดในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. เพื่อศึกษาแรงดันไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสาน



2 V

a

ก



2 V

ก

2. ทํานายและผลการทดลอง

1. จากภาพ ก นักเรียนคิดว่าแรงดันไฟฟ้าต่ำแห่ง a และ b จะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

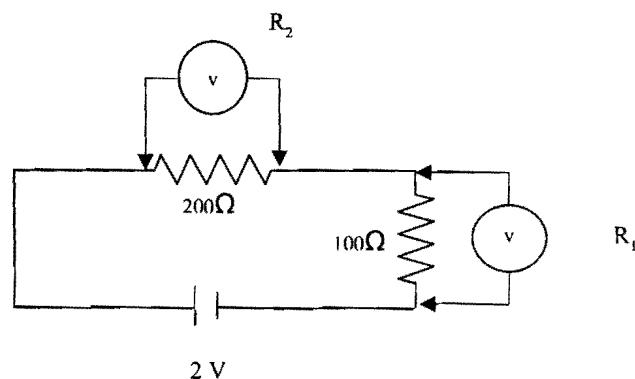
ทํานายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....
.....

2. จากภาพ ข นักเรียนคิดว่าแรงดันไฟฟ้าต่ำแห่ง a b และ c จะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

ทํานายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....
.....

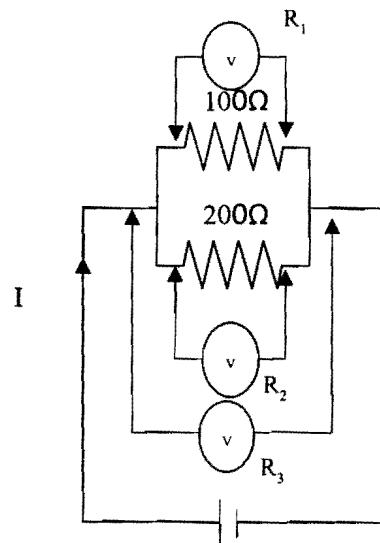
3. วิธีทดลอง

1. ให้ต่อวงจรไฟฟ้าการแสดงตรงตามภาพที่ 2 บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าคร่อม R_1



ภาพที่ 3 การต่อโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

2. เปลี่ยนโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าคร่อม R_2 และบันทึกค่า V_2 คร่อม R_2
3. เปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เป็น 4 V, 6 V, 10 V และ 12 V
ตามลำดับ แล้วบันทึกค่าตามข้อ 1-2
4. หากค่าผลรวม $V_1 + V_2$ เปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง
5. ให้ต่อวงจรไฟฟ้าการแสดงตามภาพที่ 4 บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าคร่อม R_1



ภาพที่ 4 การต่อโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันของไฟฟ้าแบบขนาน

2. เปลี่ยนโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าคร่อม R_2 และคร่อม หั้งหั้งสองตัวดังภาพ
แล้วบันทึกค่า V_2 คร่อม R_2 และ V_{12} คร่อม R_{12}
3. เปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เป็น 4 V, 6 V, 10 V และ 12 V
ตามลำดับ แล้วบันทึกค่าตามข้อ 1-2
4. หากค่าผลรวม $V_1 + V_2$ เปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

4. ผลการทดสอบ

วงจรแบบอนุกรม

ที่	แรงดัน (โวลต์)	แรงดันคร่อม R_1 (โวลต์)	แรงดันคร่อม R_2 (โวลต์)	(%) ความแตกต่าง
1	2			
2	4			
3	6			
4	10			
5	12			

วงจรแบบขนาน

ที่	แรงดัน (โวลต์)	แรงดันคร่อม R_1 (โวลต์)	แรงดันคร่อม R_2 (โวลต์)	แรงดันคร่อม R_{12} (โวลต์)	(%) ความ แตกต่าง
1	2				
2	4				
3	6				
4	10				
5	12				

5. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดสอบ

.....

6. ข้อขยายความรู้

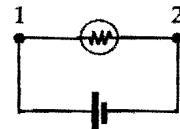
- การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานจะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือต่างกันอย่างไร

.....

แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 1 กับกระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 2 ที่จุดใดมีค่ากระแสไฟฟ้า มากที่สุด

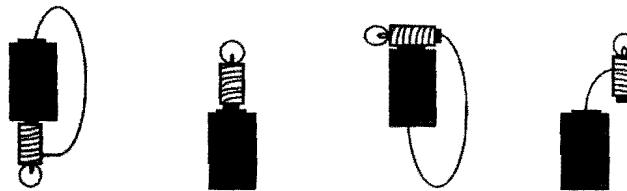


- ก. จุดที่ 1
ข. จุดที่ 2
ค. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวกัน

วงจร

- ก. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในสองทิศทางรอบวงจร

2. การต่อหลอดไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ในวงจรใด ทำให้หลอดไฟติดได้



วงจรที่ 1

ก. วงจรที่ 1

ค. วงจรที่ 3

วงจรที่ 2

ข. วงจรที่ 2

ก. วงจรที่ 1 และ 3

วงจรที่ 3

วงจรที่ 4

ก. วงจรที่ 1 และ 3

3. ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน มีแรงดึงดูดไฟฟ้า 1.5 โวลต์ หมายถึงอะไร ?

ก. แรงดันที่ดันให้อิเล็กตรอน 1 ตัว เคลื่อนที่ผ่านแรงดัน 1.5 V

ข. พลังงานไฟฟ้า 1.5 J ที่ถ่านไฟฉายจ่ายให้แก่ประจุไฟฟ้า 1 C ซึ่งเคลื่อนที่ในตัวนำ

ค. แรงดันที่ดันให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านตัวถ่านทาน 1.5 W

ง. งานที่ประจุไฟฟ้าใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านตัวถ่านทาน 1.5 W

4. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า
- ข. กระแสไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นคลื่นบ่าต่อวินาที
- ค. กระแสไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์
- ง. กระแสไฟฟ้านิพัตร์จะมีทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

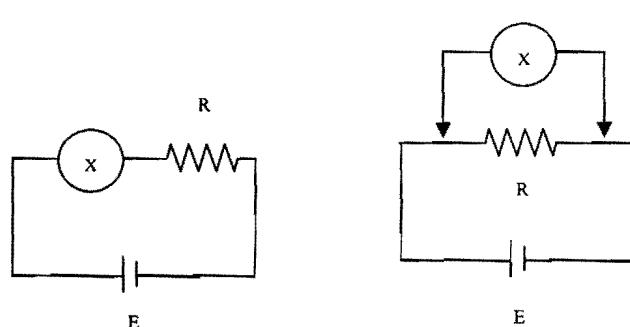
5. ทิศของกระแสไฟฟ้าตามสากระดับนิยมคิดจากอะไร

- ก. ทิศที่ไปตอบเคลื่อนที่
- ข. ทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่
- ค. ทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่หรือทิศตรงข้ามที่อ่อนบางเคลื่อนที่
- ง. ทิศที่อนุภาคไฟฟ้าบวกเคลื่อนที่หรือทิศตรงข้ามกับอนุภาคไฟฟ้าลบเคลื่อนที่

6. เมื่อทำให้ปลายหัวส่องของแท่งโลหะมีแรงดัน จะมี

- ก. การเคลื่อนที่ของแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
- ข. การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของแท่งโลหะ ที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
- ค. กระแสไฟฟ้าผ่านแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
- ง. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกไปยังขั้วลบและประจุไฟฟ้าลบไปยังขั้วบวก

7. ถ้าต้องการวัดแรงดันของโหลด หรือความต้านทาน X ควรใช้อุปกรณ์ชนิดใด และต่อเครื่องมือแบบใด



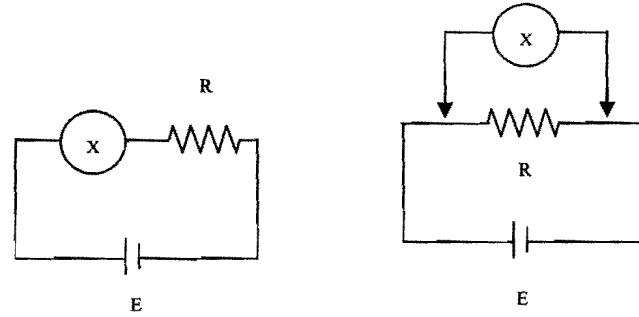
ภาพที่ 1

- ก. ใช้ไวลต์มิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 1
- ค. ใช้ไวลต์มิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 2

ภาพที่ 2

- ข. ใช้แอมมิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 1
- ง. ใช้แอมมิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 2

8. ถ้าต้องการวัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน R อุปกรณ์ X ควรเป็นชนิดใดและต่อเครื่องมือแบบใด

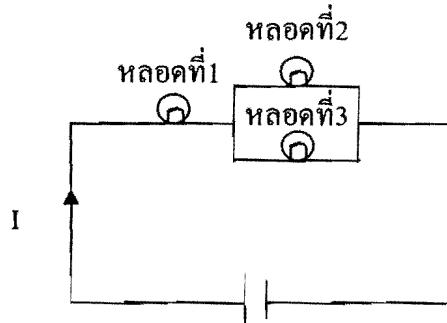


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

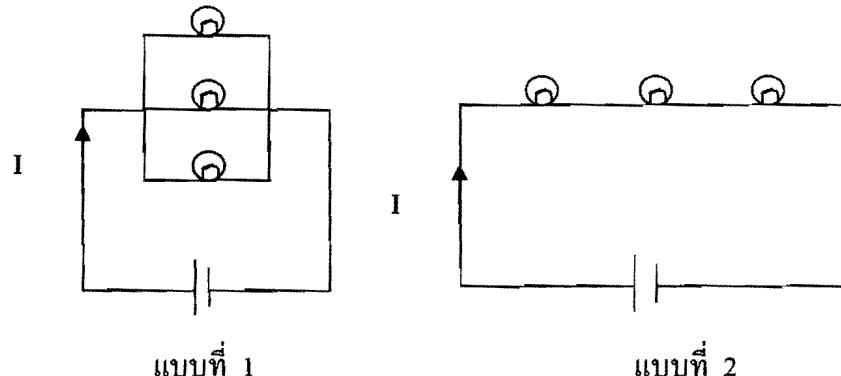
- ก. ใช้โอล์ต์มิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 1
- ข. ใช้แอมมิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 1
- ค. ใช้โอล์ต์มิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 2
- ง. ใช้แอมมิเตอร์ ต่อแบบภาพที่ 2

9. ถ้านำหลอดไฟขนาด 10 watt เท่ากัน 3 หลอดมาต่อวงจรดังภาพ เมื่อเปิดสวิตช์ S ข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. หลอด 2, 3 สว่างเท่ากัน และสว่างมากกว่าหลอด 1
- ข. หลอดที่ 3 สามสว่างเท่ากัน
- ค. หลอดที่ 1 สว่างมากสุด หลอดที่ 2 และ 3 สว่างเท่ากัน
- ง. ทั้งสามหลอดสว่างไม่เท่ากัน

10. ถ้าให้หลอดทั้งสามมีค่าความต้านทานเท่ากัน เมื่อเปิดสวิตซ์ วงจรแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 หลอดทั้งหมดสว่างหมด ถ้าหลอดที่ 2 ขาด ข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. แบบที่ 1 ยังมีบางหลอดสว่าง แบบที่ 2 ดับหมด
- ข. ทั้งแบบที่ 1 และแบบที่ 2 หลอดดับหมด
- ค. แบบที่ 1 แบบที่ 2 มีบางหลอดสว่าง
- ง. ไม่ถูกต้อง

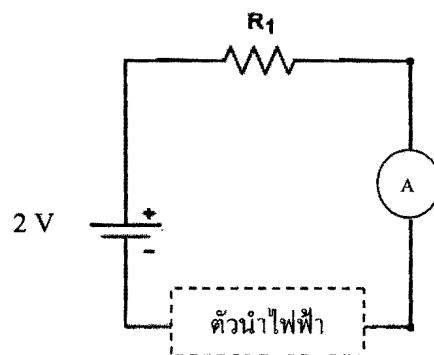
POE 2 : เรื่องความต้านทานไฟฟ้า

POE 1.1 ความต้านทานไฟฟ้ากับชนิดของตัวนำ

1. จุดประสงค์

- เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของตัวนำต่างชนิดกันที่มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

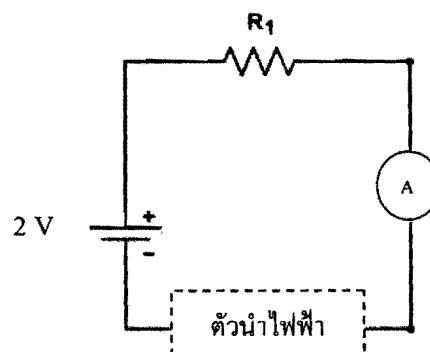
2. ท้ายและการทดลอง



- ให้นักเรียนเรียงลำดับสารที่นำไฟฟ้าจากมากไปหาน้อย ซึ่งประกอบด้วย เชือก น้ำเกลือ น้ำกลั่น แท่งทองแดง สังกะสี แท่งเหล็ก

ท้ายการทดลอง	บันทึกการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. วิธีทดลอง



ภาพที่ 1 การทดลองความด้านทานไฟฟ้า

1. จัดอุปกรณ์ตั้งภาคผนวกแห่งท้องแดงไปต่อ กับช่วงที่ขาดของวงจร
2. อ่านค่ากระแสที่ไฟล์ผ่านแอนมิเตอร์แล้วบันทึกผล
3. บันทึกค่ากระแสที่ไฟล์ผ่านในวงจร
4. เปลี่ยนจากแห่งท้องแดง เป็นเรือก น้ำเกลือ น้ำกลั่น แห่งสังกะสีและแห่งเหล็ก
5. เรียงลำดับวัสดุมีกระแสไฟล์ผ่านจากน้อยไปมาก

4. ผลการทดลอง

ลำดับที่	ชนิดของตัวนำ	ปริมาณกระแสไฟฟ้า
1		
2		
3		
4		
5		
6		

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

6. ขยายความรู้

- ทำไม่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำไฟฟ้าต่างชนิดกันจึงไม่เท่ากัน

.....

.....

.....

- จากการทดลองนักเรียนคิดว่าจะใช้อะไรเพื่อทำเป็นตัวนำไฟฟ้าและอนวนไฟฟ้า

.....

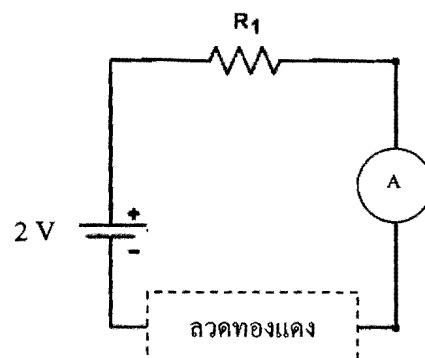
.....

.....

POE 2.2 ความต้านทานไฟฟ้ากับความขาวของลวดตัวนำ

1. จุดประสงค์

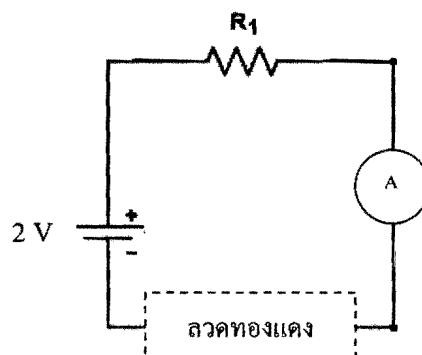
- เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของขนาดที่มีต่อความต้านทานไฟฟ้า



1. ให้นักเรียนเรียงลำดับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดทองแดงที่มีขนาด 10 cm เป็น 1 เมตร 5 เมตร จากน้อยไปมาก

ลำดับที่	ความยาวของลวด	กระแสไฟฟ้า
1	10 cm	มาก
2	1 m	ปานกลาง
3	5 m	น้อย

3. วิธีการทดลอง



- ต่ออุปกรณ์นำทางเดงที่มีความยาว 10 cm ต่อเข้ากับช่วงที่ขาดของวงจร
- อ่านค่ากระแสที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์แล้วบันทึกผลค่ากระแสที่ไหลผ่านในวงจร
- เปลี่ยนจากลวดทองแดงที่มีขนาดความยาว 10 cm เป็น 1 เมตร 5 เมตร

ตามลำดับ

- อ่านค่ากระแสที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์แล้วบันทึกผลค่ากระแสที่ไหลผ่านในวงจรของลวดความยาวต่างชนิดกัน
- หากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเส้นลวดทองแดงกับค่ากระแสที่ไหลผ่าน

4. ผลการทดลอง

ลำดับที่	ความยาวของลวด	ปริมาณกระแสไฟฟ้า
1		
2		
3		

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

6. ขยายความรู้

- กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน漉ดทองแดงที่มีความยาวไม่เท่ากันมีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างไร
-
-
-

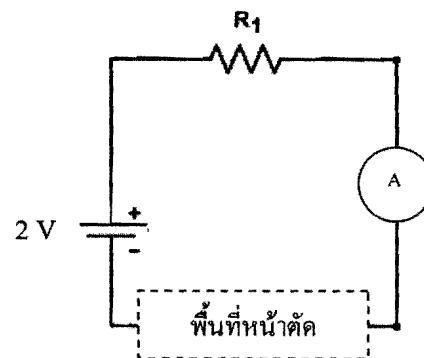
POE 2.3 ความต้านทานไฟฟ้ากับพื้นที่หน้าตัด

คำตาม คาดการณ์คำตอบล่วงหน้า

1. จุดประสงค์

- เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของพื้นที่หน้าตัดที่มีต่อความต้านทานไฟฟ้า

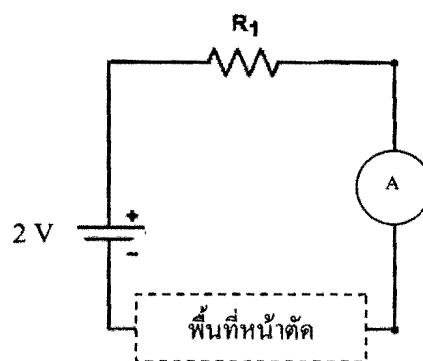
2. ทmando้วยและผลการทดลอง



1. นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน แต่ความยาวเท่ากัน จะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร

ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. วิธีทดลอง



- ใช้วอร์เนียคลิปเปอร์วัสดุพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดทองแดงแต่ละขนาดที่ครูเตรียมไว้ให้
- ต่ออุปกรณ์ดังภาพนำสายไฟทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดต่างๆ กันต่อเข้ากับวงจรที่ขาดไป
- อ่านค่ากระแสที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์แล้วบันทึกผลค่ากระแสที่ไหลผ่านในวงจร
- หาความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสที่ไหลผ่านกับพื้นที่หน้าตัดของเส้นทองแดง

4. ผลการทดลอง

ลำดับที่	ขนาดพื้นที่หน้าตัด	ปริมาณกระแสไฟฟ้า
1		
2		
3		
4		

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

6. ขยายความรู้

ขนาดของพื้นที่มีผลต่ออัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

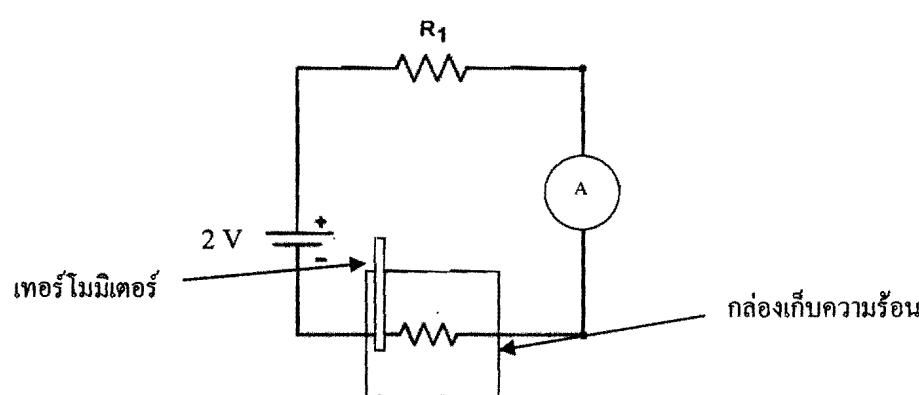
.....

POE 2.4 ความด้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

1. จุดประสงค์

- เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของอุณหภูมิที่มีต่อความด้านทานไฟฟ้า

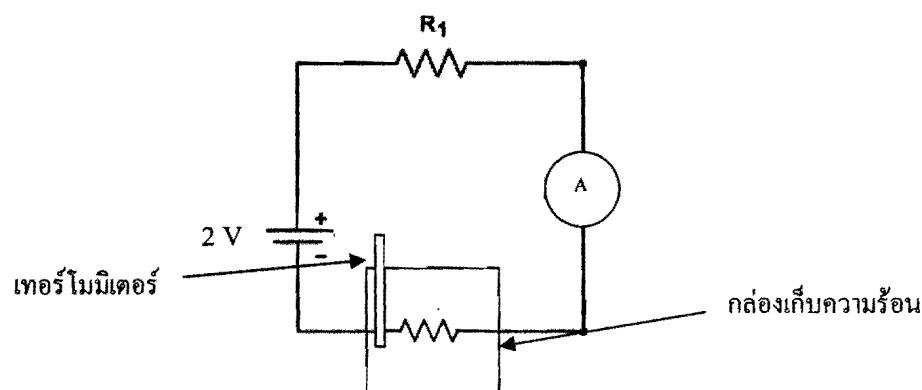
2. ที่น้ำยาและผลการทดลอง



- นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ความยาวเท่ากัน และ อุณหภูมิต่างกัน จะเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร

ที่น้ำยาผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. วิธีการทดลอง



1. นำกล่องเก็บความร้อนเจาะรูแล้วนำขดลวดตัวด้านหน้าต่อไฟเข้าในกล่องดังภาพ
2. นำน้ำแข็งเทเข้าไปในกล่องเพื่อลดอุณหภูมิ
3. อ่านค่ากระแสที่ไฟล์ผ่านแอมมิเตอร์แล้วบันทึกผลค่ากระแสที่ไฟล์ผ่านในวงจร
4. เปลี่ยนจากน้ำแข็งเป็นน้ำที่อุณหภูมิห้องและน้ำร้อนตามลำดับ จากนั้นทำการทดลองจากข้อ 1 – 3

4. ผลการทดลอง

ลำดับที่	อุณหภูมิในถัง	ปริมาณกระแสไฟฟ้า
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

6. ขยายความรู้

- ผลของอุณหภูมินิผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างไร

**แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่องความต้านทานไฟฟ้า
รายวิชาพิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ความต้านทานของ漉คตัวนำไม่เข้ากับปริมาณโคลอต่อไปนี้

- | | |
|----------------------|---------------------|
| ก. มวล | ข. ความยาว |
| ค. พื้นที่ภาคตัดขวาง | ง. สภาพต้านทานไฟฟ้า |

2. โลหะบริสุทธิ์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความต้านทานจะเป็นอย่างไร

- | | | | |
|--------------|---------|-------------|--------------|
| ก. เพิ่มขึ้น | ข. ลดลง | ค. เท่าเดิม | ง. เป็นศูนย์ |
|--------------|---------|-------------|--------------|

3. a. ความนำไฟฟ้ากับความต้านทานเป็นส่วนกลับของกันและกัน

b. วัตถุมีความนำไฟฟ้าสูงจะมีความต้านทานต่ำ

c. ความนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็นซีเมนส์ต่อมเมตร

ข้อใดต่อไปนี้ถูก

- | | |
|-------------------|-------------|
| ก. ข้อ a, b และ c | ข. ข้อ a, b |
| ค. ข้อ b, c | ง. ข้อ a, c |

4. ความต้านทานของ漉คตัวนำเมื่ออุณหภูมิคงที่จะขึ้นอยู่กับอะไร

- | | |
|---------------------|------------------------|
| ก. ความยาว | ข. พื้นที่หน้าตัด |
| ค. ปริมาณกระแสไฟฟ้า | ง. ข้อ 1 และ 2 ถูกต้อง |

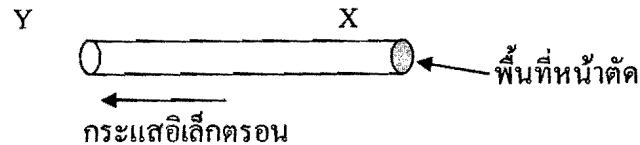
5. มีเส้น漉ค 2 เส้นที่ทำงานร่วมกันแต่มีความหนาแน่นกระแสนำสมดกัน แม้ว่าเส้น漉คทั้งสองจะนำกระแสได้เท่ากันในกรณีใด

- | | |
|--|-------------------------------|
| ก. ความยาวเท่ากัน | ข. พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน |
| ค. ทั้งความยาวและพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน | ง. ความต่างศักย์ต่อกันเท่ากัน |

6. ข้อความใดต่อไปนี้ถูกถ้วนถูกต้อง

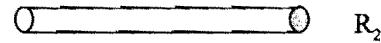
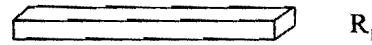
- | | |
|--|--|
| ก. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในโลหะจะมีทิศจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ | ข. สำหรับเซลล์ไฟฟ้า ขั้วบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าสูง ขั้วลบจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำ |
| ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้าหมายถึง พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยประจุ ที่แหล่งกำเนิดสามารถจ่ายให้แก่ประจุไฟฟ้า | ง. เซลล์ไฟฟ้าทุกตัวมีน้ำหนัก แรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เมื่อใช้ไปนานๆ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะคงตัว เช่น ถ่านไฟฉาย |

7. ถ้าให้โลหะตัวนำพื้นที่หน้าตัดคงที่ A และกระแสอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากตำแหน่ง X ไป Y ข้อใดกล่าวถึงศักย์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง



- ก. ตำแหน่ง X มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าตำแหน่ง Y
- ข. ตำแหน่ง Y มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าตำแหน่ง X
- ค. ตำแหน่ง X มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับตำแหน่ง Y
- ง. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

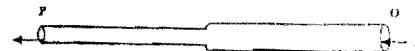
8. โลหะตัวนำชนิดหนึ่งนำมาหล่อให้เป็นแท่งที่มีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม และวงกลม ดังภาพ ถ้า พื้นที่หน้าตัดและความยาวของ漉ดตัวนำหั้งสองเท่ากัน ข้อใดกล่าวถึงความต้านทานได้อย่างถูกต้อง



เมื่อ R_1 เป็นความต้านทานที่มีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม และ R_2 เป็นความต้านทานที่มีพื้นที่หน้าตัดรูปวงกลม

- ก. $R_1 > R_2$
- ข. $R_1 < R_2$
- ค. $R_1 = R_2$
- ง. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

9. เส้น漉ดตัวนำชนิดหนึ่ง ในช่วงแรกมีพื้นที่หน้าตัด A และช่วงหลังต่อ กับเส้น漉ดชนิดเดียวกัน แต่มีพื้นที่หน้าตัดลดครึ่งหนึ่ง $A/2$ ถ้ามีกระแสไฟ流เข้าที่ตำแหน่ง O เท่ากับ I กระแสที่ไหลออกที่ตำแหน่ง P มีค่าเท่าใด



- ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออก $2I$
- ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออก I
- ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออก $I/2$
- ง. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออก $4I$

10. 漉ด A ยาวเป็น 2 เท่าของ漉ด B และมีพื้นที่ภาคตัดขวางเป็นครึ่งหนึ่งของ漉ด B แต่漉ด B สภาพความต้านทานเป็น 4 เท่าของ漉ด A อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของ漉ด A ต่อ漉ด B ตรงกับข้อใด

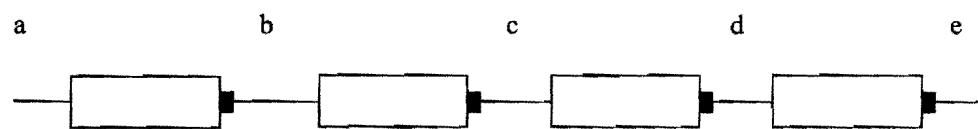
- ก. $3 : 4$
- ข. $4 : 3$
- ค. $2 : 3$
- ง. $1 : 1$

POE 3 : เรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขัวไฟฟ้า

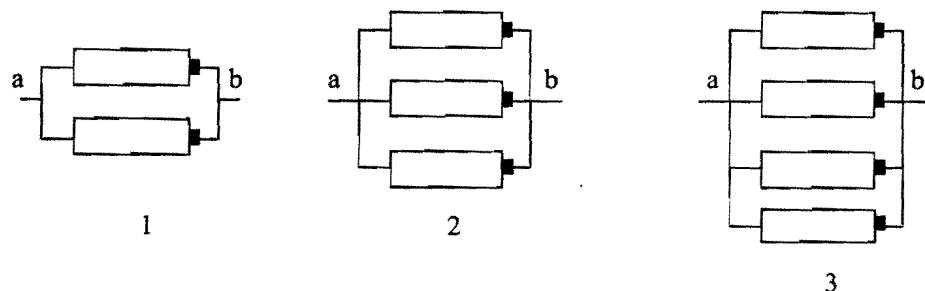
POE 3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

1. จุดประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขัวเซลล์เมื่อไฟได้ต่อ กับตัวด้านท่านและเมื่อต่อเป็นวงจร กับตัวด้านท่านภายนอกค่าต่าง ๆ กัน
2. เพื่อศึกษาแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้า อนุกรมและแบบขนาน



ภาพ ก การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม



ภาพ ข การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

2. ทำนายและผลการทดลอง

1. จากภาพ ก ให้นักเรียนเรียงลำดับแรงดันจากน้อยไปมากไฟฟ้าระหว่างจุด a กับ b จุด a กับ c จุด a กับ d และจุด a กับ e

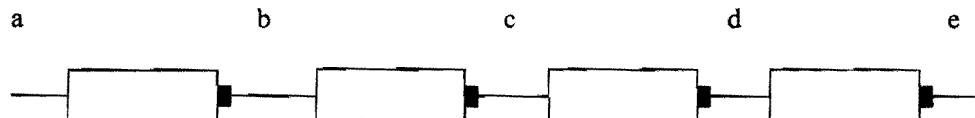
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

2. จากภาพ ข ให้นักเรียนเรียงลำดับการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใดที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด

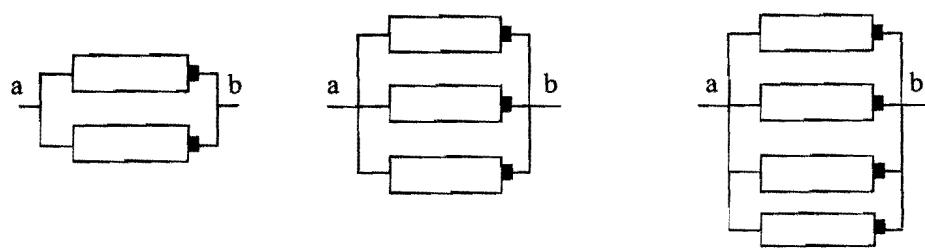
ทำนายผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. วิธีการทดลอง

- นำเซลล์ไฟฟ้าประเภทถ่านไฟฉายก้อนใหญ่ 4 ก้อน ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์
- นำถ่านไฟฉาย 4 ก้อนมาต่อเรียงกันดังภาพ และวัดค่าความต่างศักย์คร่อม 1 ก้อน 2 ก้อน 3 ก้อน และ 4 ก้อน ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง



- นำถ่านไฟฉาย 4 ก้อน มาต่อจุดร่วมเดียวกันดังภาพ และวัดความต่างศักย์คร่อมระหว่าง จุด a และ b เมื่อต่อ 2 ก้อน 3 ก้อน และ 4 ก้อน ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง



4. ผลการทดลอง

จำนวนค่าน (ก้อน)	ความต่างศักย์ (อนุกรם)	ความต่างศักย์ (ขنان)
1		
2		
3		
4		

5. วิเคราะห์และผลสรุปการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

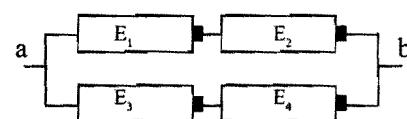
6. ขยายความรู้

- ความต่างศักย์ระหว่างของการต่อ ก้อนค่านไฟแบบไหนที่ให้ความต่างศักย์เพิ่มขึ้น เพราะเหตุใด
-
-
-
-
-
-

POE 3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

1. จุดประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เมื่อไฟได้ต่อกับตัวด้านท่านและเมื่อต่อเป็นวงจรกับตัวด้านท่านภายนอกค่าต่าง ๆ กัน
2. เพื่อศึกษาแรงเกลื่อนไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบผสม

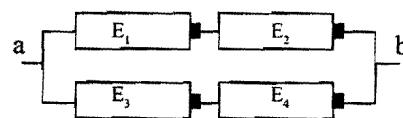


2. ที่น้ำยาและผลการทดลอง

1. เมื่อมีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมค้างภาพจะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร	
ที่น้ำยาผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. วิธีการทดลอง

1. นำเซลล์ไฟฟ้าประเภทต่างไฟฉายก้อนใหญ่ 4 ก้อน ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้ว
2. นำถ่านไฟ 4 ก้อน มาต่อเรียงกันแบบผสมทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานดังภาพ และวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมระหว่างจุด a และ จุด b บันทึกผลการทดลอง



3. ให้นักเรียนพสมเพิ่มกลุ่มละ 2 แบบ พร้อมทั้งวัดภาพและวัดความต่างศักย์มีค่าเท่าใด

4. ผลการคาดถ่อง

5. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง

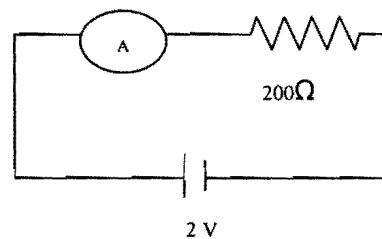
6. ขยายความรู้

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมแรงคันไฟฟ้ารวมวงจรจะมีค่าเป็นอย่างไร

POE 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

1. จุดประสงค์

- เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวโดยหา



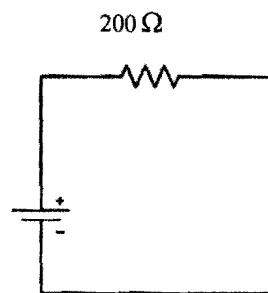
2. ที่น้ำยาและผลการทดลอง

- ต่อตัวด้านทาน 200 โอห์ม ดังภาพ เพิ่มแรงดันไฟฟ้า จาก 2 โวลต์ 4 โวลต์ 6 โวลต์ นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร

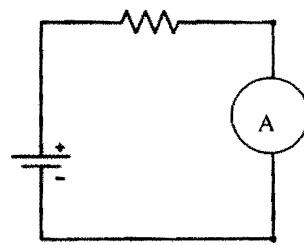
ที่น้ำยาผลการทดลอง	บันทึกผลการทดลอง
.....
.....
.....
.....

3. วิธีทดลอง

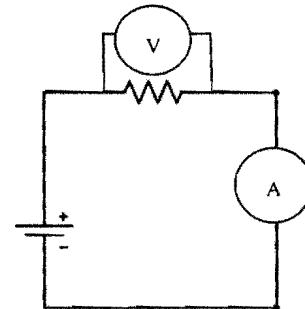
- ต่อวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยตัวด้านทาน 200Ω และแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 2 โวลต์ ดังรูป



- ต่อแอมมิเตอร์ในวงจรเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรดังรูป



3. ต่อ โวลต์มิเตอร์เพื่อวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า ดังรูป



4. อ่านและบันทึกกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนไฟจาก
หนึ่งอัปเปลงเป็น 4, 6, 10 และ 12 โวลต์ตามลำดับ

5. นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟโดยให้กระแสไฟฟ้าเป็นแกน Y และค่าความต่าง
ศักย์ไฟฟ้าเป็นแกน X

4. ผลการทดลอง

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (volt)	กระแสไฟฟ้า (ampere)
2	
4	
6	
10	
12	

5. วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุป

.....

.....

.....

6. ขั้นขยายความรู้

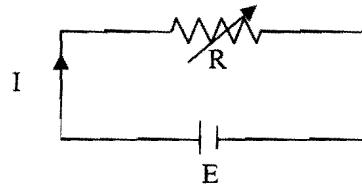
1. กราฟที่ได้ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้ามีลักษณะเป็นอย่างไร
-
-
-

2. จากกราฟที่ได้ ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร
-
-
-

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้ว
รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

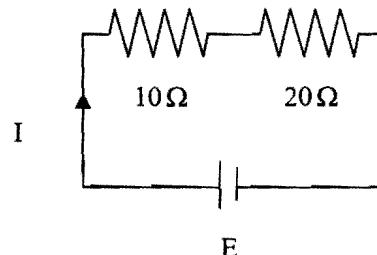
1. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง
 - ก. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า
 - ข. กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ต่อวินาที
 - ค. กระแสไฟฟ้านี้เป็นปริมาณเวกเตอร์
 - ง. กระแสไฟฟ้ามีทิศทางข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
2. ทิศของกระแสไฟฟ้าตามสากระนิยมคิดจากอะไร
 - ก. ทิศที่ไปต่อนเคลื่อนที่
 - ข. ทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่
 - ค. ทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่หรือทิศทางข้ามที่อ่อนบางกว่าเคลื่อนที่
 - ง. ทิศที่อนุภาคไฟฟ้านำ梧เคลื่อนที่หรือทิศทางข้ามกับอนุภาคไฟฟ้าลบเคลื่อนที่
3. เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ จะมี
 - ก. การเคลื่อนที่ของแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ข. การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของแท่งโลหะ ที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ค. กระแสไฟฟ้าผ่านแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ง. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้านำ梧ไปยังขั้วลบและประจุไฟฟ้าลบไปยังขั้วนอก
4. จากการทดลองกฎของโอห์ม (Ohm's Law) ต่อวงจรดังรูป ถ้าต้องการทดลองให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ E และปรับความต้านทานจากตัวต้านทานปรับค่าได้ R จากค่าความต้านทานน้อยไปหาค่ามาก กระแสในวงจร I มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



- ก. กระแสไฟฟ้า I เป็นไปในทิศทางเดียวกัน
ค. กระแสไฟฟ้า I ไม่เปลี่ยนแปลง

- ข. กระแสไฟฟ้า I เป็นไปเพิ่มขึ้น
ง. กระแสไฟฟ้าไม่เข้ากับ R

5. จากภาพวงจรอนุกรมข้อใดกล่าวถึงกระแสไฟฟ้า I ได้อย่างถูกต้อง



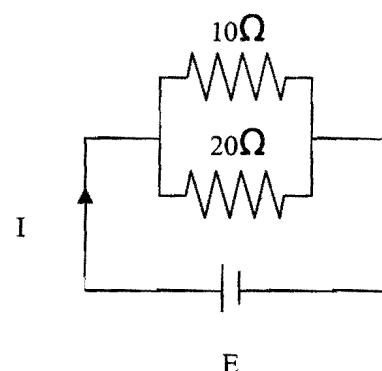
ก. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_1 > R_2$

ค. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_1 = R_2$

ข. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_2 > R_1$

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

6. จากภาพวงจรไฟฟ้าข้างนี้ข้อใดกล่าวถึงกระแสในวงจรได้อย่างถูกต้อง



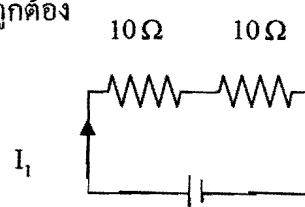
ก. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_1 > R_2$

ค. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_1 = R_2$

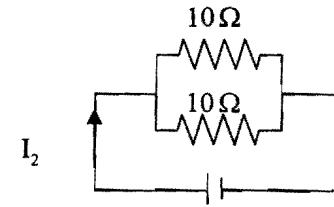
ข. กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน $R_2 > R_1$

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

7. จากภาพ ถ้าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากัน ทั้งภาพ ก และ ข ข้อใดกล่าวถึงกระแส I_1 และ I_2 ได้ถูกต้อง



ภาพ ก



ภาพ ข

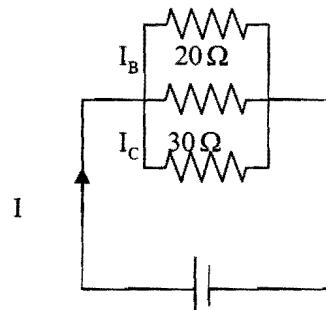
ก. กระแสไฟฟ้า $I_1 > I_2$

ค. กระแสไฟฟ้า $I_1 = I_2$

ข. กระแสไฟฟ้า $I_2 > I_1$

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

8. เมื่อต่อความต้านทานทั้งสามตัวที่มีค่าต่างกันแบบขนานดังภาพ ข้อใดกล่าวถูกต้อง^{*}
 $I_A = 10\Omega$



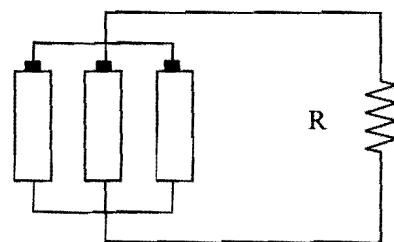
ก. $I_A = I_B = I_C$

ข. $I = I_A + I_B + I_C$

ค. $I_A < I_B < I_C$

ง. $I_A + I_B + I_C = 3I$

9. จากภาพแรงดึงไฟฟ้าที่ต่อกรร่อม R มีค่าเท่าไร



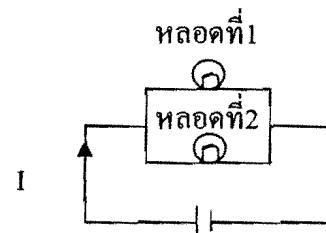
ก. E

ข. 3E

ค. E/3

ง. ไม่มีข้อใดถูก

10. จากภาพ ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 มีความต้านทาน R และหลอดไฟหลอดที่ 2 มีความต้านทาน 2R นำมาต่อวงจรดังรูป ข้อใดกล่าวถึงกำลังของไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง



ก. กำลังไฟฟ้าจากหลอดที่ 1 > หลอดที่ 2 ข. กำลังไฟฟ้าจากหลอดที่ 2 > หลอดที่ 1

ค. กำลังไฟฟ้าจากหลอดที่ 1 = หลอดที่ 2 ง. ไม่สามารถบอกกำลังไฟฟ้าได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กถุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ไฟฟ้าและแม่เหล็ก รหัสสิวิชา ว40205
 เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ เวลา 2 ชั่วโมง
 วันที่ เดือน พ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

1.1 มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระการเรียนรู้

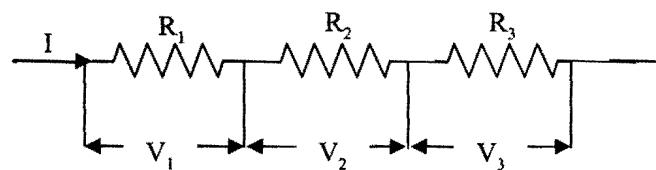
การต่อตัวต้านทาน

แบบใหญ่ ๆ มี 2 แบบ คือ

1. แบบอนุกรม

2. แบบขนาน

1. การต่ออนุกรม เป็นการต่อตัวต้านทานไปเรื่อย ๆ ดังภาพ



มีหลักดังนี้

1. กระแสไฟผ่านความต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากันหมด คือ ไม่มีการแยกไฟ流ของกระแสไฟฟ้า

2. ความต่างศักย์รวม = ความต่างศักย์ย่อยบวกกัน

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

จากกฎของโอห์ม จะได้ $IR = I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3$

เมื่อ R คือความต้านทานรวมของ R_1 และ R_2 ที่ต่อแบบอนุกรม

เนื่องจาก

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

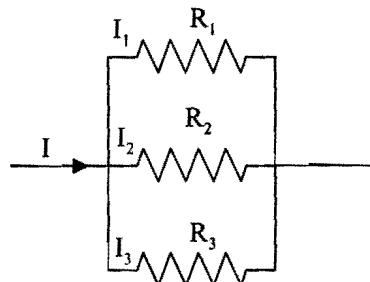
ดังนี้

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

ถ้าต่อตัวต้านทาน n ตัว แบบอนุกรม จะได้ความต้านทานรวม ดังนี้

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

2. การต่อแบบขนาน เอาความต้านทานรวมกันที่จุดหนึ่งทิ้งสองข้าง



มีหลักดังนี้

1. ลักษณะ 3 เส้น มีความต่างศักย์เท่ากัน เพราะแต่ละปลายต่อรวมที่จุดเดียวกัน

$$V_1 = V_2 = V_3$$

2. กระแสแยกไปเหลือความต้านทานแต่ละเส้นอาจไม่เท่ากัน (ความต้านทานไม่เท่ากัน) แต่กระแสตอนแรกย้อมเท่ากับผลบวกของกระแสย่อยที่ไหลผ่านเส้นล้วนแต่ละเส้น

$$I_{\text{รวม}} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

เมื่อ R คือ ความต้านทานรวมของ R_1, R_2 และ R_3 ที่ต่อแบบขนาน

ดังนี้

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ถ้าต่อตัวต้านทาน n ตัว แบบขนาน จะได้ความต้านทานรวม ดังนี้

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้แฉมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรกระแสตรงได้

2. เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 จุดใน

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

3. เพื่อศึกษาแรงดึงไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบ

ผสม

4. የተደረገውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

1. በተመለከተ የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል
2. በተመለከተ የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

5. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

1. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

2. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

3. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

4. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

- - -

5. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

6. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

7. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

8. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

9. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

10. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

11. የሚፈጸመውን ስም እና በትክክል የሚከተሉትን ማስታወሻዎች እንዲያሳይሩ ይችላል

6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ได้แก่

- 1.1 ชุด POE 1 เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์
- 1.2 หนังสือเรียนฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- 1.3 ชุดการทดลอง เรื่องการวัดไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์

2. แหล่งการเรียนรู้

- 2.1 ห้องสมุดโรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา
- 2.2 อินเทอร์เน็ต

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
1. ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	10	8
รวม		10	8

8. กิจกรรมสนับสนุน

.....

.....

.....

.....

.....

9. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....
.....
.....
(ลงชื่อ)

(นายเรืองยศ อุตรคชาสคร์)
ผู้อำนวยการ โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา
...../...../.....

10. บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหาหรืออุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไข

.....
.....

(ลงชื่อ)

(นายศราวุธ นาสเจียม)

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กตุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 “ไฟฟ้าและแม่เหล็ก 1

รหัสวิชา ว40205

เรื่องความต้านทาน

เวลา 2 ชั่วโมงวันที่

..... เดือน พ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้

1.1 มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์พลังงานกับการดำเนินชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระการเรียนรู้

ความนำไฟฟ้า หมายถึง สมบัติในการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านใน漉ดตัวนำแต่ละชนิด

ความต้านทานไฟฟ้า หมายถึงสมบัติการต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า หน่วยของความต้านทานคือ โอห์ม (Ohm)

漉ดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มาก เรียกว่ามีความนำไฟฟ้ามากหรือมีความต้านทานไฟฟ้าน้อย

漉ดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อย เรียกว่า มีความนำไฟฟ้าน้อย หรือมีความต้านทานไฟฟ้ามาก ดังนั้น ความนำไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าจึงเป็นสัดส่วนผกผันซึ่งกันและกัน

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของตัวนำต่างชนิดกันที่มีต่อความต้านทาน
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของขนาดที่มีต่อความต้านทาน
3. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของพื้นที่หน้าตัดที่มีต่อความต้านทาน
4. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายผลของอุณหภูมิที่มีต่อความต้านทาน
5. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายความต้านทานของ漉ดทองแดง

4. สาระการเรียนรู้

1. ผลของชนิดของตัวค้านทาน ขนาดความยาว พื้นที่หน้าตัดและอุณหภูมิที่มีผลต่อ ความต้านทาน
2. การเปรียบเทียบความต้านทานของทองแดงที่มีความแตกต่างระหว่างชนิดและขนาด

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละประมาณ 5 คน คละความสามารถระหว่างคนเก่ง ปานกลาง อ่อน ใช้กลุ่มเดินทางการทดลองตอนที่แล้ว

ขั้นสร้างความสนใจ

2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คาดการณ์คำตอบล่วงหน้าโดยการถามเพื่อให้ นักเรียนได้ตอบเพื่อคาดการณ์คำตอบล่วงหน้า คำถามมีดังนี้
 - นักเรียนคิดว่าอะไรบ้างที่มีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า
 - ความต้านทานไฟฟ้าของ漉ดทองแดงที่มีขนาดต่าง ๆ กันมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ขั้นสำรวจและค้นหา

3. ผู้สอนอธิบายการทำกิจกรรมในกิจกรรม กิจกรรม POE 2.1 POE 2.2 POE 2.3 POE 2.4 และ POE 2.5

4. นักเรียนคาดการณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้นลงในแผ่น ทำนายผลคำตอบล่วงหน้า
5. นักเรียนทำการทดลองสารพัดตามกิจกรรมที่กำหนด

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

6. สรุปผลที่ได้จากการทดลอง
7. นักเรียนกลับไปเขียนผลที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับการคาดเดาคำตอบ ล่วงหน้า

ขั้นขยายความรู้

8. ครูสรุปกิจกรรมที่ได้จาก กิจกรรม POE 2.1 POE 2.2 POE 2.3 POE 2.4 และ POE 2.5
9. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปกิจกรรมที่ได้จากการทดลองแรงดันไฟฟ้าและความต่าง ศักย์ไฟฟ้าระหว่างข้าวไฟฟ้าหน้าชั้นเรียนและครูสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้

ขั้นประเมิน

10. นักเรียนแต่ละคนลงมือทำแบบทดสอบหลังเรียน

11. ครูประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้จากการทำกิจกรรม กิจกรรม POE 2.1 POE 2.2
POE 2.3 POE 2.4 และ POE 2.5

6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ ได้แก่

1.1 ชุด POE 2 เรื่องความต้านทาน

1.2 หนังสือเรียนฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.3 ชุดการทดลอง เรื่องความต้านทาน

2. แหล่งการเรียนรู้

2.1 ห้องสมุดโรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา

2.2 อินเทอร์เน็ต

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	คะแนนเต็ม	เกณฑ์
1. ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	10	80 %
รวม		10	8

8. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

9. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....
.....
.....
.....
(ลงชื่อ)

(นายเรืองยศ อุตรคชาสตร์)
ผู้อำนวยการ โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา

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

10. บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหาหรืออุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไข

.....
.....

(ลงชื่อ)

(นายศราวุฒิ นาสเรียม)

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กตุ์มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ไฟฟ้ากระแสแม่เหล็ก 1	รหัสสิวิชา ว40205
เรื่องแรงคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า	เวลา 2 ชั่วโมงวันที่
..... เดือน พ.ศ.	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

1.1 มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระการเรียนรู้

การต่อแบตเตอรี่

การต่อแบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้แพร่หลาย ดังนี้

การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรรณ์

การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรรณ์เป็นการนำขั้วตรงข้ามของแบตเตอรี่แต่ละก้อนต่อเรียงกัน ไปสามารถวิเคราะห์หาแรงคลื่อนไฟฟ้ารวม

$$V_{\text{รวม}} = V_1 + V_2$$

การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน

การต่อแบตเตอรี่แบบขนานเป็นการนำเอาขั้วนิดเดียวกันของแบตเตอรี่แต่ละก้อนมาต่อ กัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาแรงคลื่อนไฟฟ้ารวม

$$V_1 = V_2 = V_{\text{ab}}$$

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เพื่อเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เมื่อไฟได้ต่อ กับ ตัวด้านท่าน และ เมื่อต่อเป็นวงจร กับ ตัวด้านท่านภายนอกค่าต่าง ๆ กัน
2. เพื่อศึกษาแรงคลื่อนไฟฟ้า เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรรณ์ แบบขนาน และแบบผสม
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างปลายของ คูล์โอละ

4. เพื่อวัดค่าตัวต้านทานของตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่าได้

4. สาระการเรียนรู้

1. ศึกษาเร่งเครื่องไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสม

2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างปลายของจรวด

โดย

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละประมาณ 5 คน คละความสามารถระหว่างคนเก่ง ปานกลาง อ่อน โดยใช้กลุ่มเดิมจากกิจกรรมการทดลองที่แล้ว

ขั้นสร้างความสนใจ

2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้คาดการณ์คำตอบถ่วงหน้าโดยการถามเพื่อให้ นักเรียนได้ตอบเพื่อคาดการณ์คำตอบถ่วงหน้า คำถามมีดังนี้

- การต่อค่านไฟฉายแบบใดที่จะทำให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น เพราะเหตุ ใด

- ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นสำรวจและค้นหา

3. ผู้สอนอธิบายการทำกิจกรรมในกิจกรรม POE 3.1 POE 3.2 และ POE 3.3

4. นักเรียนคาดการณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้นลงในแต่ละ ทำงานผลคำตอบถ่วงหน้า

5. นักเรียนทำการทดลองสาหริตรตามกิจกรรมที่กำหนด

ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

6. สรุปผลที่ได้จากการทดลอง

7. นักเรียนกลับไปเขียนผลที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับการคาดเดาคำตอบ ถ่วงหน้า

ขั้นขยายความรู้

8. ครูสรุปกิจกรรมที่ได้จาก POE 3.1 POE 3.2 และ POE 3.3

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปกิจกรรมที่ได้จากการทดลองแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่าง ศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าหน้าชั้นเรียนและครูสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้

ขั้นประเมิน

10. นักเรียนแต่ละคนลงมือทำแบบทดสอบหลังเรียน

11. ครุประเมินพุติกรรมการเรียนรู้จากการทำกิจกรรม POE 3.1 POE 3.2 และ POE 3.3

6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ได้แก่

- 1.1 ชุด POE 3 เรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า
- 1.2 หนังสือเรียนฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- 1.3 ชุดการทดลอง เรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า

2. แหล่งการเรียนรู้

- 2.1 ห้องสมุดโรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา
- 2.2 อินเทอร์เน็ต

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ 80 %
1. ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	10	8
รวม		10	8

8. กิจกรรมเสนอแนะ

.....
.....

9. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

(ลงชื่อ).....

(นายเรืองยศ อุตรคชาตตร์)

ផ្នែកវឌ្ឍន៍សាស្ត្រ

..... /

10. บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

2. ปัญหาหรืออุปสรรค

[View Details](#) | [Edit](#) | [Delete](#)

.....

3. ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไข

Digitized by srujanika@gmail.com

.....

(ลงชื่อ)

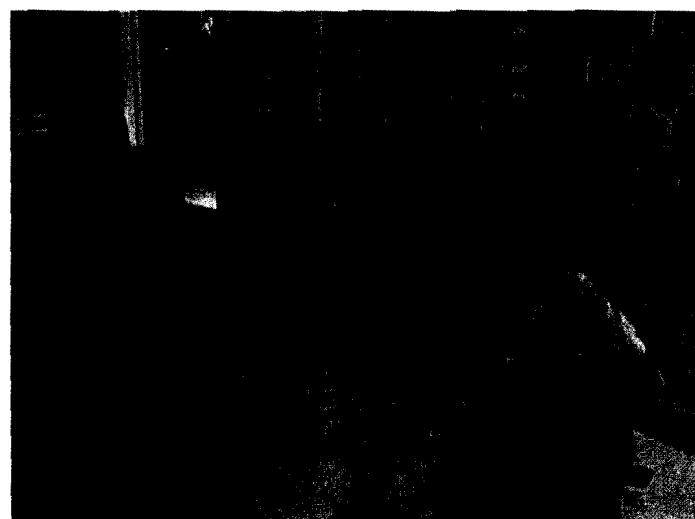
(นายศรราม นาสเซียม)

..... /

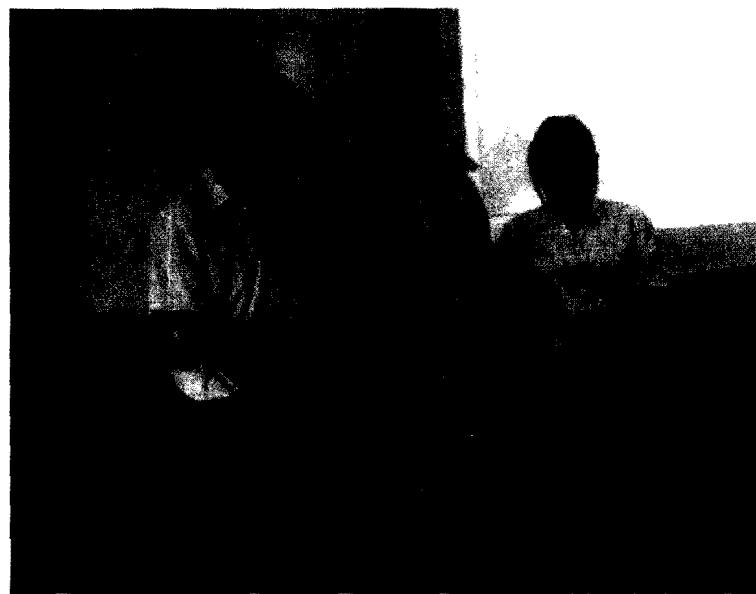
ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรมการเรียนการสอน



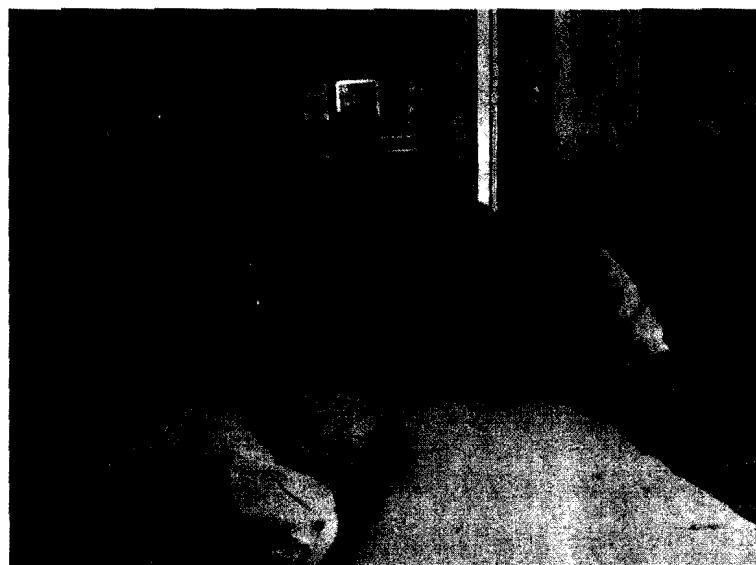
ภาพที่ ค.1 การวัดความด้านท่านของตัวด้านท่าน



ภาพที่ ค.2 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง



ภาพที่ ก.3 การออกไปนำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน



ภาพที่ ก.4 การต่อหลอดไฟฟ้าในวงจร



ภาพที่ ค.5 นักเรียนพึงคำชี้แจงจากครุผู้สอนก่อนทำการทดลอง



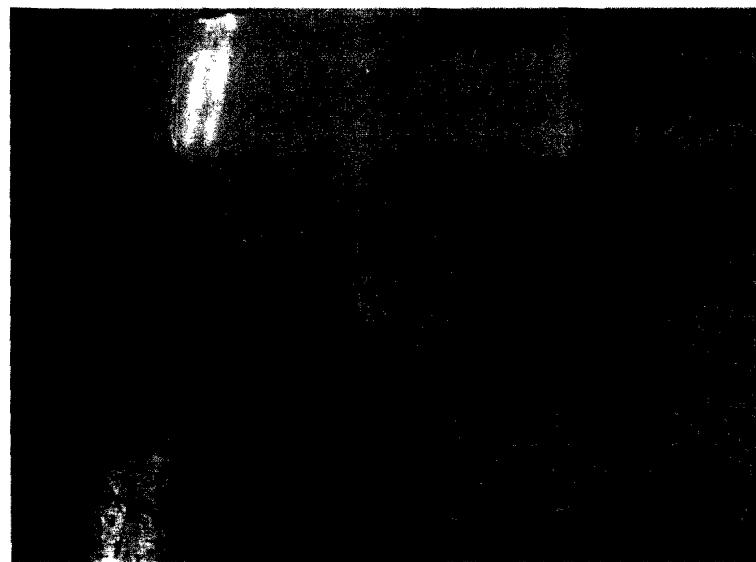
ภาพที่ ค.6 นักเรียนเริ่มทำการทดลองภายใต้ดูแล



ภาพที่ ก.7 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 1 ก้อน



ภาพที่ ก.8 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 2 ก้อน เมื่อต่อแบบอนุกรม



ภาพที่ ค.9 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 2 ก้อน เมื่อต่อแบบขนาน



ภาพที่ ค.10 การวัดแรงดันไฟฟ้าของถ่าน 3 ก้อน เมื่อต่อแบบขนาน



ภาพที่ ก.11 การวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเมื่อต่อแบบอนุกรม



ภาพที่ ก.12 การวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเมื่อต่อแบบอนุกรม



ภาพที่ ก.13 การต่อถ่านแบตเตอรี่จำนวน 3 ก้อนเพื่อวัดแรงดันรวม



ภาพที่ ก.14 การต่อหลอดไฟกับแบตเตอรี่ในลักษณะต่าง ๆ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายครุวุฒ นาเสี้ยม
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, พ.ศ. 2544–2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต (พิสิกส์) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, พ.ศ. 2548 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2549 – 2551 โรงเรียนเดือครีไพร์วัลย์ จังหวัดสกลนคร พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา จังหวัดขอนแก่น
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ครู คศ. 1 โรงเรียนทุ่งใหญ่รัตนศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 จังหวัดขอนแก่น