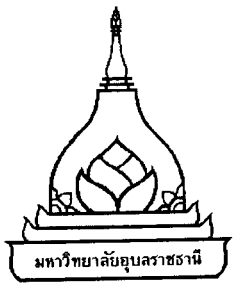
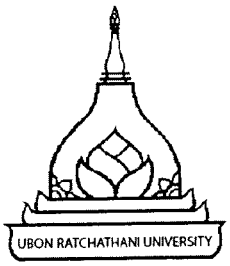


การประยุกต์ใช้แผงต่อสายไฟแทนโพรโตบอร์ดเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

ภูสิทธิ์ จันทนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



USING A TERMINAL BLOCK AS A PROTOBOARD FOR THE DEVELOPMENT OF CONCEPTS RELATED TO SIMPLE DIRECT CURRENT CIRCUITS

PHUSIT JUNTANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2014

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การประยุกต์ใช้แผงต่อสายไฟแทนโปรโตบอร์ดเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

ผู้วิจัย นายภูสิทธิ์ จันทนา

คณะกรรมการสอบ

ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม	กรรมการ
ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้เงินทุนสนับสนุนในการศึกษาระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอน้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา พี่สาวและว่าที่ร้อยตรีหญิงรัตติกร จันทนาผู้ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้ และขอน้อมระลึกถึงพระคุณของครูอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรม สั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดีประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษาทั้งมวล

(นายภูสิทธิ์ จันทนา)
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง	: การประยุกต์ใช้แผงต่อสายไฟแทนโพรโตบอร์ดเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย
ผู้วิจัย	: ภูสิทธิ์ จันทนา
ชื่อปริญญา	: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: วิทยาศาสตร์ศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม
คำสำคัญ	: แผงต่อสายไฟ, โพรโตบอร์ด, ความเข้าใจแนวคิด, วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

โพรโตบอร์ดเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้สำหรับยึดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ทรานซิสเตอร์ และ ไอซี เข้าไว้ด้วยกัน และใช้สำหรับการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ถึงแม้ว่า โพรโตบอร์ดจะเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้ต่อวงจรได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว แต่ยากสำหรับนักเรียนเนื่องจากนักเรียนมีความสับสนเกี่ยวกับจุดเชื่อมต่าง ๆ ในแผ่นโพรโตบอร์ด และเมื่อต่อวงจรลงในแผ่นโพรโตบอร์ดแล้ววงจรที่ได้มีรูปร่างไม่เหมือนกับแผนภาพวงจรในหนังสือเรียน งานวิจัยนี้ใช้แผงต่อสายไฟแทนโพรโตบอร์ด และใช้กับประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดการทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค ทำนาย สังเกต และอธิบาย และแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดไฟฟ้ากระแสตรง วิเคราะห์ข้อมูลโดยทดสอบค่าที และ normalized gain ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.35$) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ชุดการทดลองที่ใช้แผงต่อสายไฟสามารถใช้ในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนได้

ABSTRACT

TITLE : USING A TERMINAL BLOCK AS A PROTOBOARD FOR THE DEVELOPMENT OF CONCEPTS RELATED TO SIMPLE DIRECT CURRENT CIRCUITS

AUTHOR : PHUSIT JUNTANA

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST.PROF.SURA WUTTIPROM , Ph.D.

KEYWORDS : TERMINAL BLOCK, PROTOBOARD, CONCEPTS, SIMPLE DIRECT CURRENT CIRCUITS

A protoboard is a thin plastic board used to hold electronic components such as resistors, transistors, and IC that are wired together, and is used to construct prototypes of electronic circuits. Although a protoboard is an appropriate tool for simply testing a prototype circuit or hooking up a quick experiment, it is difficult for students to use because they become confused about the connection pattern of the join holes along the horizontal and vertical lines and the differences between a real circuit constructed on a protoboard and a schematic diagram in a textbook. This study used a terminal block as a protoboard and involved 30 students in grade 11 in the second semester of the academic year 2014 at Loeipittayakom School, Amphur Muangloei, Loei province. The research tools consisted of an experimental kit, lesson plans using the predict-observe-explain technique, and the Interpreting Resistive Electric Circuit Concepts Test (DIRECT). Data were analyzed by t-test and normalized gain. Results showed that the mean post-test score was significantly higher than the mean pre-test score at a statistical level of .01. The average class normalized gain was at the medium gain level ($\langle g \rangle = 0.35$). The study illustrated that a terminal block can be used to develop students' concepts.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง (experiment)	6
2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบ POE	8
2.3 แนวคิด	10
2.4 แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย	11
2.5 ความก้าวหน้าทางการเรียน	11
2.6 Normalized gain	12
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	18
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	18
3.3 วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	23
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	25
4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี normalized gain <g>	28
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	
5.1 สรุปผลการวิจัย	37
5.2 จุดเด่นและจุดด้อยของการใช้แผงต่อสายไฟแทนแผ่นโพรโตบอร์ด	37
5.3 ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	
ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	43
ข เครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล	61
ค คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน	72
ง ตัวอย่างภาพกิจกรรม	77
ประวัติผู้วิจัย	82

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	การต่อวงจรโดยใช้ชุดทดลองเทียบกับการต่อวงจรโดยใช้แผ่นโพรโตบอร์ด	21
3.2	แนวความคิดและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย	23
4.1	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าที จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย	25
4.2	ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียน	28
ค.1	คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน	73
ค.2	ร้อยละของนักเรียนที่ตอบในแต่ละข้อคำถามในการทดสอบ	75

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	โพรโตบอร์ด	4
1.2	แผงต่อสายไฟ	4
3.1	ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย	19
3.2	ข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อจุดต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า	19
3.3	อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง	20
4.1	คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนรายแนวคิด	29
4.2	ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบแต่ละรายข้อ	31
4.3	ข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 5	33
4.4	ข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 7	34
4.5	ข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 16	35
ง.1	นักเรียนกำลังต่อวงจรไฟฟ้า	78
ง.2	นักเรียนกำลังต่อวงจรไฟฟ้าโดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ	79
ง.3	นักเรียนกำลังวัดค่ากระแสและความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า	80
ง.4	นักเรียนกำลังทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	81

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2545 : 92) ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีเท่านั้น แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษาตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ของประเทศชาติให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาหลักการทั่วไปและกฎของธรรมชาติ โครงสร้างต่างๆ ของสสาร ตลอดจนการค้นหากฎต่าง ๆ เพื่ออธิบายการกำเนิดของเอกภพและทำความเข้าใจเอกภพ เมื่อกล่าวถึงธรรมชาติของฟิสิกส์ ฟิสิกส์จึงเป็นวิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติการทดลอง สังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และพยายามหารูปแบบของปรากฏการณ์นั้น ออกแบบการทดลอง เพื่อหาคำตอบและหาข้อสรุปจากผลการทดลอง (ปิยพงษ์ สิทธิคง, 2547 : 1) ดังนั้นหัวใจสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ คือ การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเกิดการค้นพบด้วยตนเอง เช่น การเรียนการสอนแบบทดลอง ซึ่งแบ่งได้เป็นหลายระดับ ตั้งแต่ครูกำหนดปัญหา กิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทั้งหมดให้แก่นักเรียน ไปจนถึงนักเรียนกำหนดปัญหา ออกแบบกิจกรรม เลือกวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทั้งหมดเพื่อสำรวจด้วยตนเอง

การสร้างความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) การสร้างองค์ความรู้โดยเน้นการเรียนที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ที่ได้มาจะมาจากการสังเกตและประสบการณ์ของผู้เรียน และผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์เดิม การใช้กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างอิสระของผู้เรียน ฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้มากกว่าการรับความรู้และเรียนรู้จากการปฏิบัติของตนเองโดยอาศัยประสบการณ์ การจัดการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain: POE เป็นการใช้แนวคิดเชิง คอนสตรัคติวิสต์ ในการจัดกิจกรรมการเรียน โดยเน้นที่การท้าทายผู้เรียนเพื่อให้เกิดความมีส่วนร่วมในกระบวนการที่จะเกิดขึ้น เพราะการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายอย่างเดียวนั้น เป็นการทำให้ผู้เรียนอยู่สถานะ "พยาน" นั่นก็คือ แค่ผ่านมาเห็นเหตุการณ์ ดังนั้น ความเข้าใจและทัศนคติ ก็อาจแตกต่างไปจาก "ผู้อยู่ในเหตุการณ์" อย่างแท้จริง การสอนแบบ POE ตามแนวคิดของ White, R.T. and Gunstone, R.F., (1992) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอน การนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นทำนาย (Predict) คือ จะเป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นตอนการทดลองหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ และขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ

โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ เปิดสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 68 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3,148 คน นักเรียนที่จบการศึกษาจากโรงเรียนเลยพิทยาคมส่วนใหญ่จะศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 35.42 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับเขตพื้นที่การศึกษา คะแนนเฉลี่ยระดับจังหวัด และคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ แต่ถ้าพิจารณาในรายวิชาฟิสิกส์พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะในสาระการเรียนรู้เรื่องพลังงาน มาตรฐาน ว 5.1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.89 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในมาตรฐานการเรียนรู้อื่น ๆ ของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านมาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ที่โรงเรียนเลยพิทยาคม เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จะเน้น

การบรรยาย การลงมือปฏิบัติและการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนจึงหายไป เมื่อให้นักเรียนทำการทดลองต่อตัวต้านทานกับแบตเตอรี่ด้วยสายไฟ พบว่านักเรียนต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงไม่ได้ โดยให้เหตุผลว่าแผนภาพวงจรไฟฟ้าที่ปรากฏในหนังสือต่างจากการต่อวงจรจริง แต่เมื่อเปลี่ยนการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงจากสายไฟเป็นโพรโตบอร์ด กลับพบว่า นักเรียนก็ยังมีปัญหาเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยนักเรียนบอกว่าจำไม่ได้ว่าภายใต้รูของโพรโตบอร์ดมีตัวนำไฟฟ้าซึ่งเชื่อมต่อกันในรูปแบบใด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายขึ้น จากวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย โดยการประยุกต์ใช้แผงต่อสายไฟที่มีขายตามร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปแทนแผ่นโพรโตบอร์ดซึ่งยังไม่มีใครทำมาก่อน มาสร้างเป็นชุดการทดลองเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยเลือกใช้เทคนิค ทำนาย สังเกต และอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายเพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด และวัดความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ตั้งแต่วันที่ 15-24 ธันวาคม 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 8 ชั่วโมง

1.3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย ในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

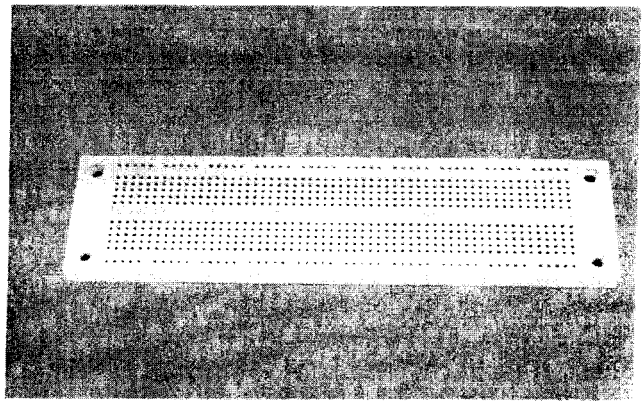
1.4.1 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.4.2 ได้รู้เกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.4.3 นำผลที่ได้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้ออื่น ๆ หรือนำไปประยุกต์ใช้วิชาที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

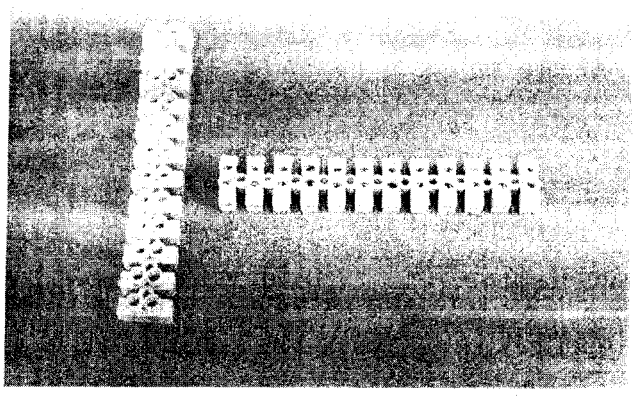
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 โพรโตบอร์ด (protoboard) มีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหนาสีขาวเจาะรูเรียงกันจำนวนมาก ภายในรูจะมีตัวนำไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะเป็นสปริงที่เชื่อมต่อวงจรถึงกันเป็นแถวๆ เป็นบอร์ดที่ใช้ในการทดลองวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่ต้องบัดกรี จึงสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำให้ง่ายต่อการสร้างต้นแบบและทดสอบการออกแบบวงจรชั่วคราว โดยการเสียบขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสายไฟลงไปในตัวนำไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อวงจร (บุญธรรม ภัทราจารุกุล, 2556: 213) ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 โพรโตบอร์ด

1.5.2 แผงต่อสายไฟ (terminal block) มีลักษณะเป็นแผงพลาสติกสีขาวซึ่งประกอบไปด้วยรูสำหรับเชื่อมสายไฟ 2 เส้น เข้าไว้ด้วยกัน โดยต้องใช้ไขควงในการหมุนสกรูที่อยู่ด้านบนของแผงต่อสายไฟเพื่อยึดสายไฟไว้ให้แน่น ซึ่งแผงต่อสายไฟชนิดนี้สามารถตัดรูเชื่อมสายไฟออกจากแผงได้ตามจำนวนที่ผู้ใช้งานต้องการ ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 แผงต่อสายไฟ

1.5.3 กระบวนการเรียนรู้แบบ POE คือ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยความรู้จากประสบการณ์เดิม และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ซึ่งความรู้ที่ได้ นักเรียนจะสร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดของตนเองออกมาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.5.3.1 ขั้นทำนาย (Predict: P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ปัญหา

1.5.3.2 ขั้นสังเกต (Observe: O) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองและสังเกตผลการทดลองเพื่อหาคำตอบตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

1.5.3.3 ขั้นอธิบาย (Explain: E) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอธิบายถึงความเหมือน และความแตกต่างระหว่างคำทำนายและผลการสังเกต ซึ่งผู้เรียนจะสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ ก่อนที่จะลงมือเขียนอธิบายโดยให้เหตุผลประกอบ

1.5.4 ความเข้าใจแนวคิด หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านพุทธพิสัย โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

1.5.5 ความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain) คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน ซึ่งประเมินผลด้วยวิธีของ Hake, R.R., (1998) โดยพิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสสูงสุดที่ผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้ โดยใช้ normalized gain วัดภาพรวมรายชั้นเรียน รายแนวคิด และรายข้อ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิด และเพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง กระบวนการเรียนรู้แบบ POE แนวคิดแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ความก้าวหน้าทางการเรียน normalized gain และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง (experiment)

เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจและจดจำการเรียนรู้นั้นได้นาน วิธีสอนโดยใช้การทดลอง คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลองและลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลอง วิธีสอนโดยใช้การทดลอง เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่มเกิดการเรียนรู้โดยการเห็นผลประจักษ์ชัดจากการคิดและการกระทำของตนเอง ทำให้การเรียนรู้นั้นตรงกับความเป็นจริง มีความหมายสำหรับผู้เรียนและจำได้นาน ซึ่งองค์ประกอบของวิธีสอนประกอบไปด้วย ปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง วัสดุอุปกรณ์สำหรับการทดลอง การทดลอง และผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการทดลองขั้นตอนสำคัญของการสอน คือ 1) ผู้สอนหรือผู้เรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง 2) ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลองให้ขั้นตอน และรายละเอียดในการทดลองแก่ผู้เรียน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม 3) ผู้เรียนลงมือทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นตามขั้นตอนที่กำหนดและบันทึกข้อมูลการทดลอง 4) ผู้เรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 5) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้ ในการใช้วิธีสอนโดยใช้การทดลองให้มีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายกำหนดตัวปัญหาที่จะใช้ในการทดลองและกระบวนการหรือขั้นตอนในการดำเนินการทดลองให้ชัดเจน รวมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อม และลองซ้อมทำการทดลองด้วยตนเอง เพื่อจะได้เรียนรู้ประเด็นปัญหา ข้อขัดข้องหรืออุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งอาจนำมาใช้ในการปรับขั้นตอนการดำเนินการและรายละเอียดต่าง ๆ ให้รัดกุมขึ้น ผู้สอนอาจจำเป็นต้องทำเอกสารคู่มือการทดลองให้ผู้เรียน และควร

จัดทำประเด็นคำถามที่จะทำให้ผู้เรียนหาคำตอบหรือแนวทางที่จะให้ผู้เรียนสังเกตผลการทดลอง นอกจากนั้นในบางกรณีที่การทดลองต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ที่จำเป็น ซึ่งหากผู้เรียนขาดความรู้ดังกล่าวจะไม่สามารถทำการทดลองได้ จึงควรมีการตรวจสอบความรู้ผู้เรียนก่อนให้ทำการทดลองโดยผู้สอนจะต้องจัดเตรียมแบบทดสอบไว้ด้วย สำหรับการทดลองที่มีอันตราย เช่น การทดลองทางเคมี ผู้สอนจะต้องตรวจสอบความปลอดภัย รวมทั้งเตรียมการทั้งทางด้านป้องกันและแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นด้วย ผู้สอนอาจเป็นผู้นำเสนอปัญหาที่จะใช้ในการทดลองแต่ถ้าทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าปัญหามาจากผู้เรียนเองได้ก็จะยิ่งดี จะทำให้การเรียนรู้หรือการทดลองนั้นมีความหมายสำหรับผู้เรียนมากขึ้นการให้การกำหนดขั้นตอนในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็นผู้กำหนดขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลองเองหรืออาจให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการทดลองก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมกับสาระ แต่การให้ผู้เรียนร่วมดำเนินการนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะต่างๆ ได้เพิ่มขึ้นอีกและผู้เรียนจะกระตือรือร้นมากขึ้น เพราะเป็นผู้คิดเอง อย่างไรก็ตาม ครูจำเป็นต้องคอยดูแลให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด ในขั้นตอนทำการทดลองสามารถทำได้หลายแบบ ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนลงมือทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด โดยครูทำหน้าที่สังเกตและให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหรือผู้สอนอาจลงมือทำการทดลองให้ผู้เรียนสังเกตแล้วทำการทดลองตามไปทีละขั้นหรือผู้สอนอาจลงมือทำการทดลองให้ผู้เรียนดูจนจบกระบวนการ แล้วให้ผู้เรียนไปทดลองด้วยตนเอง ผู้สอนจะใช้เทคนิคใดนั้นขึ้นกับความเหมาะสมกับลักษณะของการทดลองครั้งนั้น ผู้เรียนจะเรียนด้วยวิธีนี้ได้หากมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น ผู้สอนจึงควรฝึกฝนวิธีดังกล่าวให้ผู้เรียน ก่อนให้ผู้เรียนทำการทดลองหรือไม่ก็ต้องฝึกไปพร้อม ๆ กัน และในการรวบรวมข้อมูล ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกตการทดลอง บันทึกข้อมูลการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งให้ความเอาใจใส่ในกระบวนการทดลอง และกระบวนการทำงานร่วมกันของผู้เรียนด้วย สำหรับข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การทดลองคือ เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการต่างๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจ และจะจดจำการเรียนรู้นั้นได้นาน ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิด และทักษะกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งได้พัฒนาลักษณะนิสัยใฝ่รู้ และผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก จะทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ส่วนข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การทดลองคือ เป็นวิธีสอนที่ค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุสำหรับผู้เรียนจำนวนมาก ใช้เวลามาก และผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงจะสามารถสอนและฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (ทิศนา แขมมณี, 2552)

2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบ POE

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ POE เป็นรูปแบบหนึ่งในวิธีการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม

White, R.T. and Gunstone, R.F. (1992) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนาเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยให้นักเรียนลงมือทดลอง สังเกต หรือหาวิธีพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยตัวนักเรียนเอง และขั้นสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทานายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้ ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนของการ Predict: P เป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลองกิจกรรม และสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนาย ของนักเรียนประกอบด้วย

2.2.2 ขั้นตอนของการ Observe: O เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา

2.2.3 ขั้นตอนของการ Explain: E เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ

ประโยชน์ของแต่ละขั้นตอนของเทคนิค POE อาจสรุปได้ดังนี้

(1) การที่ผู้เรียนทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผล จะทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียน เป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง

(2) การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึก เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(3) การอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไร ทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไร และเรียนรู้อะไรเพิ่มจากการทำกิจกรรมบ้าง

วิธีการ POE สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหา (Explore) และหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอน Predict และการให้เหตุผลในกรณีที่ผล

การทดลองที่ได้ขัดแย้งกับคำทำนาย นักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริงหรือตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

Haysom and Bowen (2010) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ POE นั้นเป็นการใช้แนวคิดเชิง Constructivism ในการจัดกิจกรรมการเรียน โดยเน้นที่การท้าทายผู้เรียนเพื่อให้เกิด "ความมีส่วนร่วม" ในกระบวนการที่จะเกิดขึ้น ลำดับการจัดการเรียนการสอนด้วย POE นั้นได้นำเสนอเอาไว้ 8 ขั้นตอน คือ

(1) ขั้นที่ 1 การแนะนำและสร้างแรงกระตุ้น (orientation and motivation) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นด้วยประสบการณ์ของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการทดลองที่เรากำลังจะได้ทำต่อไป ขั้นตอนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงความเข้าใจหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของการทดลอง

(2) ขั้นที่ 2 แนะนำการทดลอง (introducing the experiment) แนะนำการทดลองที่จะทำและเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้เกริ่นแล้วเพื่อให้เกิดความหมายที่สมบูรณ์

(3) ขั้นที่ 3 การทำนาย (prediction: the elicitation of students' ideas) เป็นการล้วงเอาแนวคิดของผู้เรียนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนหรือนำเสนอแนวคิดของตนก่อนเริ่มการทดลองลงในใบบันทึก (worksheet) โดยทำนายว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรในขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อทั้งผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้รวบรวมความคิดและเกิดความตระหนักในการคิด

(4) ขั้นที่ 4 อภิปรายผลการทำนาย (discussing their prediction) ขอให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนผลการทำนายเพื่อทำการอภิปรายทั้งห้อง โดยใช้กระดาน หรือ SMART Board เพื่อนำเสนอผลการทำนายและเหตุผลที่ใช้การทำนายดังกล่าว ในขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องกระตุ้นให้เกิดแรงผลักดันในการส่งเสริมการให้ข้อมูล และไม่ให้ผู้เรียนเกิดความวิตก หรือรู้สึกว่าคำทำนายของตนนั้นด้อยค่า

(5) ขั้นที่ 5 สังเกตการณ์ (observation) การทดลองส่วนมากที่นำเสนอนั้นจะเป็นการสาธิตหรือเป็นการทดลองให้ผู้เรียนลงมือเองได้ แต่หากเป็นการสาธิตก็ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วม จากนั้นให้ผู้เรียนเขียนบันทึกการสังเกต

(6) ขั้นที่ 6 อธิบาย (explanation) นักเรียนพูดคุยและเขียน โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ ก่อนที่จะลงมือเขียนอธิบาย เมื่อผู้เรียนเขียนอธิบายเสร็จแล้ว ควรทำการอภิปรายทั้งห้องเรียนอีกครั้งหนึ่ง

(7) ขั้นที่ 7 เสนอการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (providing the scientific explanation) แนะนำการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยขึ้นต้นว่า "นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้คิดว่า..." ซึ่งจะดีกว่าการใช้ประโยคขึ้นต้นที่ว่า "การอธิบายที่ถูกต้องคือ..." แล้วให้ผู้เรียนตรวจสอบความเหมือนและความแตกต่างของการอธิบายโดยนักเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(8) ขั้นที่ 8 ติดตามผล (follow-up) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน

จุดเด่นที่เข้มแข็งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ POE ก็คือ สามารถช่วยให้ผู้สอนเข้าใจการคิดของผู้เรียน โดยในขั้นที่ 1 จนถึง 4 นั้นสามารถตรวจสอบแนวคิดเริ่มแรกของนักเรียน ในขั้นที่ 6 และขั้นที่ 7 จะช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามดูการเปลี่ยนแปลงหรือจัดแจงความคิดของนักเรียน ส่วนในขั้นที่ 8 ก็จะนำไปสู่การสะท้อนผลที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียน

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะสนับสนุนหรือส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนการคิด ซึ่งอาจจะเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ และให้คุณค่าต่อการเสนอแนวคิดของผู้เรียนเสมอ อันจะช่วยให้ผู้เรียนปรับตัวเข้ากับรูปแบบการเรียนการสอนนี้ได้เป็นอย่างดี

จากข้อสรุปข้างต้น ผู้วิจัยจะทำการวิจัยครั้งนี้โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ดังนี้

(1) ขั้นทำนาย (Predict: P) ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นและทำนายคำตอบ ซึ่งคำตอบจะสะท้อนความเข้าใจและความรู้เดิมที่มีอยู่

(2) ขั้นสังเกต (Observe: O) ในขั้นนี้ให้นักเรียนหาคำตอบจากการทดลองด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น

(3) ขั้นอธิบาย (Explain: E) ในขั้นนี้ให้นักเรียนอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนอาจจะสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลองและสรุปผลโดยเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้ และเปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.3 แนวคิด

แนวคิด แปลมาจากคำว่า concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีผู้ที่ให้คำแปลเป็นคำศัพท์ภาษาไทยและนิยมใช้แตกต่างกันหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด มโนมติ มโนทัศน์ มโนภาพ มโนคติ สังกัปและแนวความคิด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า แนวคิด มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายของแนวคิด (concept) ไว้ดังนี้

เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553) กล่าวว่า แนวคิด หมายถึง ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าเป็นความคิดโดยสรุปสิ่งของนั้นๆ

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550) กล่าวว่า แนวคิด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกัน

จากความหมายของแนวคิดที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งหนึ่งใด เรื่องหนึ่งเรื่องใดที่เกิดจาก

ข้อเท็จจริง หลักการ สถานการณ์ต่าง ๆ หรือการเรียนรู้ที่มีความหมายแล้วนำมาประมวลเป็นความรู้ ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลได้อย่างถูกต้อง และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ของนักเรียนด้วยแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT 1.0) ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อคำถาม

2.4 แบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

จากงานวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาได้มีการพัฒนาแบบทดสอบความเข้าใจเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงหลายแบบ แต่ในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงชื่อ Determining and Interpreting Resistive Electric Circuit Concepts Test 1.0 (DIRECT 1.0) พัฒนาโดย Engelhardt, P.V. and Beichner, R.J. (2004) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง DIRECT 1.0 ได้รับการแปลเป็นภาษาไทยจากกลุ่มวิจัยฟิสิกส์ศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดล (Physics Education Network of Thailand: PENThai) โดยแบบทดสอบประกอบไปด้วยคำถามจำนวน 29 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงแนวคิดในเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยเน้นหลักความเข้าใจ (understanding) ในหลักการพื้นฐาน และการทำงานของวงจรไฟฟ้ามากกว่าเน้นการคำนวณที่ใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (problem solving) ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระตรง DIRECT 1.0 ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายมาจำนวน 20 ข้อ กำหนดเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนใช้เวลา 40 นาที

2.5 ความก้าวหน้าทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ยึดหลักของ Klopfer ในการประเมินการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิด แบ่งได้ 4 ด้าน คือ

2.5.1 ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว เป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมายขยายความแปลความตีความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.5.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2.5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนอย่างมีระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความคล่องแคล่ว และสามารถเลือกใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สรุปได้ว่า ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน เป็นคุณลักษณะสมรรถภาพหรือความสามารถของบุคคลในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยวัดผลจากคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT 1.0) ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อคำถาม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ผลโดยใช้วิธี normalized gain

2.6 Normalized gain

Normalized gain เป็นวิธีการประเมินที่พิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นมาได้ (Hake, R.R., 1998) โดยมีวิธีการดังนี้

เนื่องจากในการสอบครั้งหนึ่ง ๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (minimum or floor effect) ที่ทุกคนจะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0 และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด (maximum or ceiling effect) ไม่เกินร้อยละ 100 หรือที่เรียกว่า floor and ceiling effect ด้วยปัญหานี้ Hake จึงได้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น เรียกว่า normalized gain (normalized เป็นคำที่มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กัน โดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) โดยหาได้จาก อัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (maximum possible gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$< g >= \frac{[(\%\text{post} - \text{test}) - (\%\text{pre} - \text{test})]}{[(100\%) - (\%\text{pre} - \text{test})]} \qquad (1)$$

โดยที่ <g> คือ ค่า normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยนของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ข้อสังเกต : การคำนวณหา normalized gain นี้ไม่จำเป็นต้องใส่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้ โดยให้ใช้คะแนนสอบจริงแทน โดย Pre-test คือ คะแนนสอบก่อนเรียน post-test คือคะแนนสอบหลังเรียน และ ใช้คะแนนเต็มของข้อสอบชุดนั้นแทน 100 %

<g> หรือ normalized gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (actual gain = (% post–test)-(% pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (maximum possible gain = (100 %)-(% pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 – 1.0 ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้ทำให้สามารถแก้ปัญหา floor and ceiling effect ได้ เนื่องจากเราคิดผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (กล่าวอีกในหนึ่งคือ เราได้ normalized ให้มีโอกาสเป็นไปได้อยู่ในช่วง 0.0 – 1.0 เท่ากัน ด้วยการเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้) สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ

"high gain" เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$

"medium gain" เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.7 \leq \langle g \rangle \geq 0.3$

"low gain" เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

สำหรับการพิจารณา normalized gain เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร ทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับแต่ละแนวคิด (concepts) แต่ละรายบุคคล หรือแม้กระทั่งรายข้อนั้นเราจะได้แยกแยะให้เห็นว่าสามารถทำได้อย่างไร แบ่งประเภทของ normalized gain ออกเป็นดังนี้

2.6.1 แบบแต่ละชั้นเรียน (class normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งชั้นนั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยดูได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ทั้งก่อนและหลังเรียน

การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ใช้เพื่อดูว่าผลการเรียนการสอนโดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถบอกเป็นภาพรวมของทั้งชั้น อย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า normalized gain นี้ อาจใช้การนับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เพื่อมาเข้าสูตรการคำนวณ ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด แต่ถ้าหากต้องการดูว่านักเรียนแต่ละคนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอย่างไรไม่อาจสรุปได้ด้วยวิธีการนี้

2.6.2 แบบแต่ละรายบุคคล (single student normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไร โดยดูได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

สำหรับการหาค่า <g> ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นแล้วมาหาค่าเฉลี่ย (average of the single student normalized gain) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย <g> ของนักเรียนห้องนี้ ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันกับ class normalized gain แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้จะพบว่ามีค่าไม่เท่ากันโดยค่าที่ได้

ด้วยวิธีนี้ จะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±5 ของ class normalized gain โดยที่จำนวนประกรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเราอาจจะทำได้ลำบากสำหรับการที่จะดู <g> ของนักเรียนแต่ละคนเนื่องจากต้องใช้เวลามากถ้านักเรียนมีจำนวนมาก แต่สำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนน้อยเราสามารถดูได้ และจะเป็นการดี เนื่องจากทำให้ครูสามารถดูพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี อันจะเป็นแนวทางในการช่วยเสริมให้กับนักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ต่ำได้ หรืออาจให้นักเรียนที่ผลการเรียนที่ดีอยู่แล้วมาช่วยเหลือเพื่อนได้

2.6.3 แบบแต่ละรายข้อ (single test item normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณา ในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การพิจารณาในลักษณะนี้มีข้อดีคือ ทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบข้อนั้น เป็นอย่างไร ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี สำหรับข้อสอบชุดหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะข้อสอบที่เป็น conceptual test จะมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบออกเป็นกลุ่มตามแนวความคิดรวบยอด (concept) ที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้ตั้งไว้ตั้งแต่ตอนแรก ดังนั้นจึงนิยมที่จะพิจารณาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนต่อกลุ่มข้อสอบกลุ่มนั้น ๆ อันจะทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อแนวความคิดรวบยอดนั้นเป็นอย่างไร

2.6.4 แบบแต่ละรายแนวคิด (conceptual dimensional normalized gain) เป็นการดูว่าพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อ concept หนึ่ง ๆ เป็นอย่างไร

การพิจารณาผลการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการดูว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้น ๆ เป็นอย่างไร เนื่องจากการสอบครั้งหนึ่ง ๆ จะมีการสอบรวบยอดเพื่อที่จะดูผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดนั้น ๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลาย ๆ concepts อยู่ในข้อสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นหากเราดูเฉพาะคะแนนรวมไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวความคิดรวบยอดนั้นมากน้อยเพียงใด จึงเป็นการดีที่เราจะดูได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่องใดมากหรือน้อย เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดกันมาก ส่วนประเด็นที่นักเรียนมี ผลการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้วเราก็สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดีขึ้นไปอีกได้เช่นกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำวิธี normalized gain มาใช้ในการวัดความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร 3 แบบ คือ 1) แบบแต่ละชั้นเรียน 2) แบบแต่ละรายแนวคิด และ 3) แบบแต่ละรายข้อ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัศวรัฐ นามะกันคำ (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับสายอาชีพ พบว่านักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจแนวคิดรวบยอดในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยรวมแล้วดีกว่านักเรียนสายสามัญ โดยเฉพาะในหัวข้อที่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการเรียนการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงควรให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง เพื่อเรียนรู้ลักษณะการทำงานของวงจรอย่างเป็นรูปธรรม จะทำให้เด็กมีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้าดีกว่า

ศิริชัย พุธวัฒนะ (2538) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ประยุกต์ โดยใช้ร่วมกับคู่มือประกอบชุดการทดลอง อันประกอบด้วย ใบเนื้อหา และใบงาน ซึ่งพบว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 79.53 และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างไปจากเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิราพรรณ มีแวว (2550) เป็นการค้นคว้าอิสระที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองเรื่องสมบัติของแสงโดยใช้อุปกรณ์อย่างง่าย สำหรับรายวิชาฟิสิกส์ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องสมบัติของแสงด้วยวิธีการทดลอง โดยใช้ชุดชุดลองที่สร้างขึ้นซึ่งชุดทดลองนี้ดัดแปลงมาจากชุดทดลองเดิมของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยการนำเลเซอร์ไดโอดมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงแทนกล่องเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของชุดการทดลองให้สามารถแสดงผลการทดลองได้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น โดยกลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหัวตะพานวิทยาคม อำเภอหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 185 คน จากการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 34.62 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยวิธีทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น จึงสรุปได้ว่าชุดทดลองเรื่องสมบัติของแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับใช้เรียนเรื่องสมบัติของแสงได้เป็นอย่างดี

ยศธร บันเทิง (2556) ได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์และศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก อำเภอนาเยีย จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 37 คน ผลการทดสอบด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และ normalized gain พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ POE มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 จัดอยู่ในระดับสูง และจากการวิเคราะห์ความคาดหวังทางการเรียนพบว่า นักเรียนมีความคาดหวังทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความก้าวหน้าของความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นในระดับน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.24

ศราวุธ นาเสงี่ยม (2554) ได้ใช้การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน โรงเรียนรัตนศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า POE มีประสิทธิภาพ 84.56/80.53 นักเรียนที่ได้เรียนรู้ POE มีความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (0.73) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบ POE อยู่ในระดับมาก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย สามารถเพิ่มความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนค้นพบเหตุการณ์ได้จริงตามกิจกรรมการทดลอง

McDermott and Shaffer (1992) ทำการสำรวจความเข้าใจในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยวอชิงตัน สหรัฐอเมริกา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงมาแล้ว แต่พื้นฐานความรู้ในวิชาฟิสิกส์แตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ และออกแบบพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสม ทั้งในหลักสูตรที่เน้นเรียนการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการและประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรที่เน้นเรียนเนื้อหาทางทฤษฎี เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจแนวคิดและหลักการในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันเน้นการแก้โจทย์โดยใช้พื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (quantitative problem solving) ทำให้ไม่สามารถวัดความเข้าใจของนักศึกษาได้จริง เพราะถึงแม้นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถแก้สมการหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แต่กลับให้เหตุผลไม่ได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนในปัจจุบันที่เน้นเพียงการแก้โจทย์ปัญหาจากสมการทางฟิสิกส์ ไม่เพียงพอที่จะทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างเพียงพอ ผู้วิจัยจึงเสนอว่าควรควรมีเครื่องมือเพื่อช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักศึกษา รวมทั้งครูผู้สอนจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในขั้นตอนการเรียนรู้โดยลงมือปฏิบัติเป็นตัวอย่าง แนะนำ และคอยสอดแทรกคำถามในระหว่างการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักศึกษาฝึกคิดวิเคราะห์และทำนายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในวงจรไฟฟ้า

Thacker, B. Kim, E. and Trefz, K. (1994) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการแก้ปัญหา และการใช้เหตุผลเกี่ยวกับโจทย์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยแบ่งโจทย์คำถามเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นโจทย์ปัญหาที่เน้น

ความเข้าใจในการสังเคราะห์โจทย์และอธิบายพฤติกรรมการทำงานในวงจรไฟฟ้า กลุ่มที่สองเป็นโจทย์ปัญหาที่เน้นการคำนวณโดยใช้สมการทางฟิสิกส์และพื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เป็นนักศึกษาที่มีพื้นฐานในวิชาฟิสิกส์ไม่เท่ากัน และเรียนเนื้อหาเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีการที่แตกต่างกันโดยกลุ่มที่หนึ่งประกอบไปด้วยนักศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์เอกฟิสิกส์ ซึ่งเรียนเนื้อหาเรื่องวงจรไฟฟ้าโดยเน้นการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ และเรียนรู้พฤติกรรมของวงจรไฟฟ้าวิเคราะห์แนวคิดพื้นฐาน เรื่อง วงจรไฟฟ้าจากวงจรจริง โดยมีผู้สอนคอยช่วยอธิบายและตอบคำถามตลอดจนช่วยแนะนำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดพื้นฐาน เรื่อง วงจรไฟฟ้าด้วยตัวเอง และ กลุ่มที่สองประกอบไปด้วยนักศึกษาหลักสูตรเกียรตินิยมจากคณะวิทยาศาสตร์ นักศึกษาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนเนื้อหาเรื่องไฟฟ้า โดยเน้นเนื้อหาและหลักการต่าง ๆ ในเชิงทฤษฎีและสมการทางฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ในการแก้ปัญหาที่เน้นการคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข นักศึกษาวิทยาศาสตร์และนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์สามารถทำคะแนนได้ดี แต่ส่วนใหญ่กลับให้เหตุผลไม่ได้หรือให้เหตุผลไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน ส่วนนักศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์กลับให้เหตุผลและทำนายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในวงจรได้ดีกว่า ซึ่งมีข้อสังเกตว่า การที่นักศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์สามารถอธิบายและให้เหตุผลที่ดีกว่าอาจมาจากการเรียนที่เน้นลงมือปฏิบัติจริงให้ห้องปฏิบัติการ ทำให้มีความคุ้นเคยมากกว่า ทำให้สามารถทำนายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในวงจรได้ดีกว่านักศึกษาจากคณะวิทยาศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เรียนโดยเน้นความรู้เชิงทฤษฎี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและวัดความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 จังหวัดเลย จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนรายวิชาเพิ่มเติมแตกต่างจากห้องเรียนอื่น ๆ ในบางรายวิชา เช่น วิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ วิชาโครงงาน เป็นต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้ แบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (one group pretest-posttest design)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1.1 ชุดการทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

ชุดทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเป็นชุดทดลองที่รวมเอาอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองไว้ในกล่องเดียว ทำให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และยังสามารถใช้ในการทำกิจกรรมการทดลองได้ครบทั้ง 3 กิจกรรม ดังภาพที่ 3.1

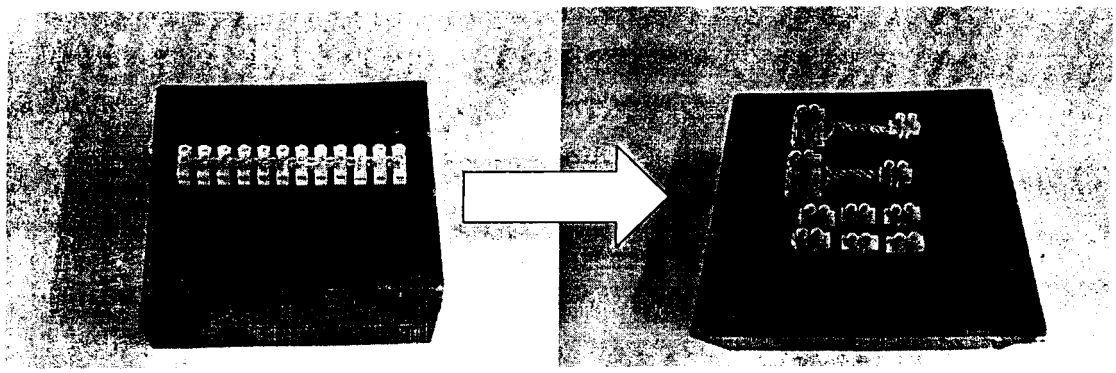
ภาพที่ 3.1 ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในขั้นตอนการออกแบบและการสร้างชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ผู้วิจัยขอแบ่งการอธิบายออกเป็น 3 หัวข้อ คือ วิธีการสร้างข้อต่อจากแผงต่อสายไฟ อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง และตัวอย่างการต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้ชุดทดลอง

1) วิธีการสร้างข้อต่อจากแผงต่อสายไฟ

1.1) ตัดข้อต่อสายไฟออกจากแผงต่อสายไฟ 2 รูปแบบ คือ แบบข้อต่อเดียวจำนวน 8 อัน และแบบข้อต่อ 3 ข้อต่อติดกันจำนวน 2 อัน

1.2) นำสายไฟมาเชื่อมต่อระหว่าง ข้อต่อแบบข้อต่อเดียว และแบบข้อต่อ 3 ข้อต่อติดกัน จะได้อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อจุดต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อจุดต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า

2) อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง (ภาพที่ 3.3)

2.1) ข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อจุดต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า จำนวน 8 อัน

2.2) ไขควง จำนวน1 อัน

2.3) ตัวต้านทานที่มีความต้านทานเท่ากัน จำนวน 4 ตัว

2.4) มัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง

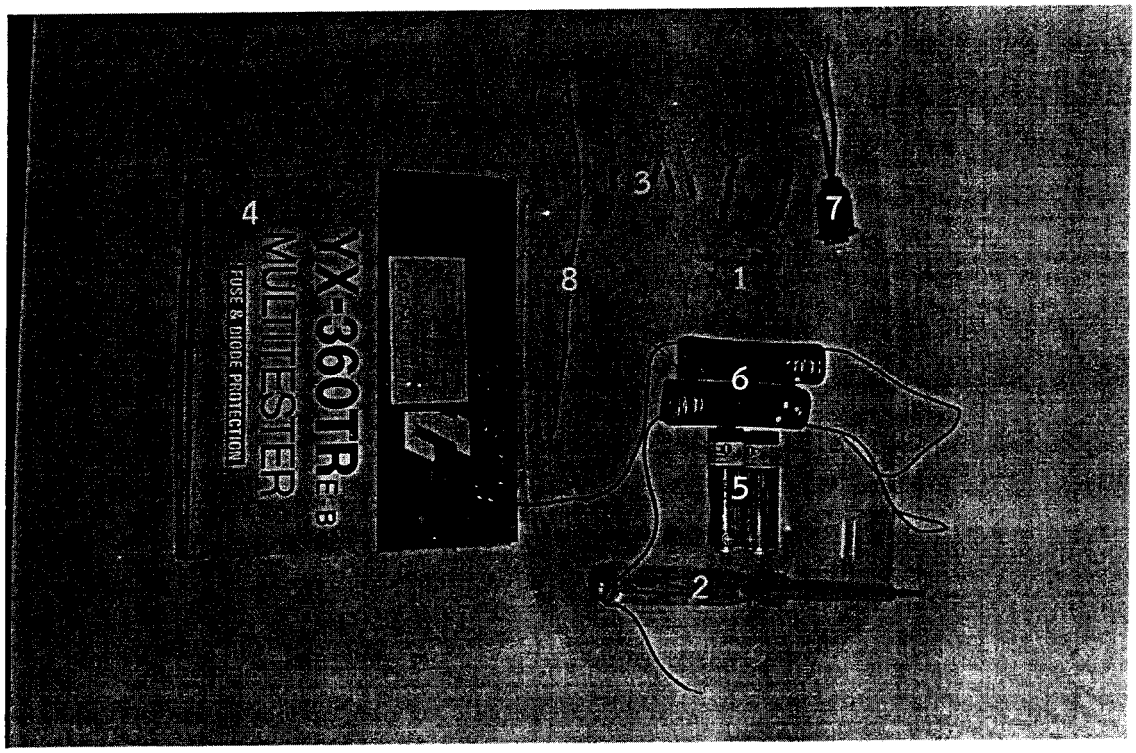
2.5) ถ่านขนาด AA จำนวน 2 ก้อน

2.6) รางถ่านขนาด AA จำนวน 2 อัน

2.7) หลอดไฟขนาด 2.5 V จำนวน 1 หลอด

2.8) สายไฟขนาดความยาว 16 cm จำนวน 1 เส้น

2.9) กล่อง จำนวน 1 กล่อง



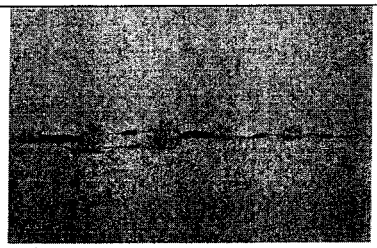
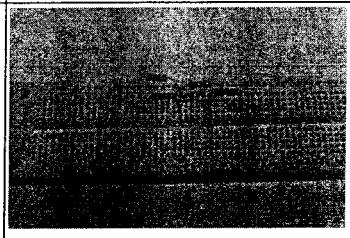
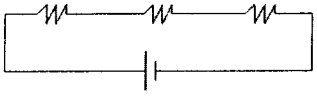
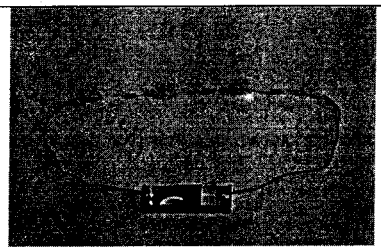
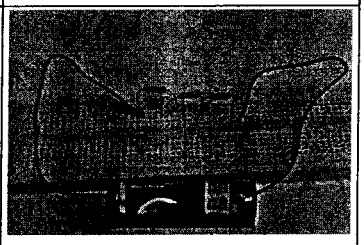
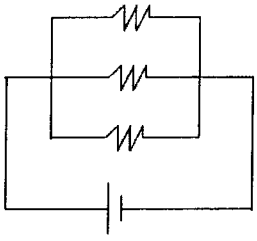
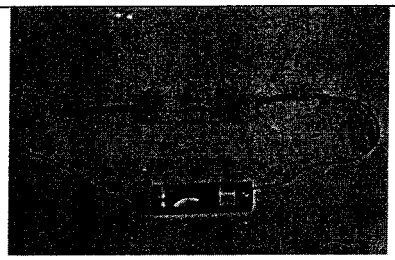
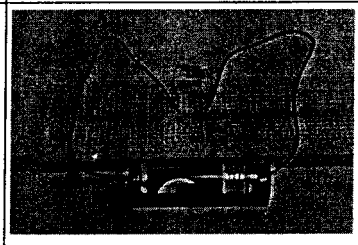
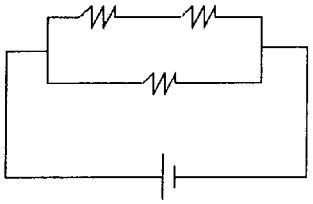
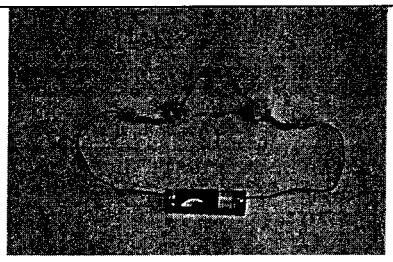
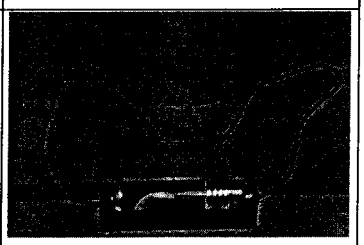
ภาพที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง

3) ตัวอย่างการต่อวงจรโดยใช้ชุดทดลอง

ในการต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย สามารถทำได้ง่ายโดยการใช้ไขควงในการหมุนสกรูที่อยู่ส่วนบนของข้อต่อเพื่อที่จะยึดส่วนต่าง ๆ ที่ผู้ทำการทดลองต้องการที่จะเชื่อมต่อเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งวงจรที่ต่อจากข้อต่อที่ทำจากแผงต่อสายไฟจะมี

รูปร่างที่คล้ายกับแผนภาพวงจรในหนังสือเรียนหรือใบงาน ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร ตรงกันข้ามกับการต่อวงจรโดยใช้แผ่นโพรโตบอร์ด จะมีรูปร่างที่แตกต่างกับแผนภาพวงจรในหนังสือเรียนหรือใบงาน ทำให้เป็นการยากต่อการทำความเข้าใจในวงจรจากการทดลองจริงเทียบกับวงจรในหนังสือเรียน ดังภาพตัวอย่างการต่อวงจรในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การต่อวงจรโดยใช้ชุดทดลองเทียบกับการต่อวงจรโดยใช้แผ่นโพรโตบอร์ด

แผนภาพวงจรไฟฟ้า	วงจรไฟฟ้าที่ต่อโดยใช้ข้อต่อที่ทำจากแผงต่อสายไฟ	วงจรไฟฟ้าที่ต่อโดยใช้แผ่นโพรโตบอร์ด
		
		
		
		

3.2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้

ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนการเรียนรู้ได้ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการทดลองประกอบกับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน คือ แผนที่ 1 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง แผนที่ 2 เรื่อง กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง และแผนที่ 3 เรื่อง การต่อหลอดไฟ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ชื่อ Determining and Interpreting Resistive Electric Circuit Concepts Test 1.0 (DIRECT 1.0) พัฒนาโดย Engelhardt, P.V. and Beichner, R.J., (1997) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง DIRECT 1.0 ได้รับการแปลเป็นภาษาไทยจากกลุ่มวิจัยฟิสิกส์ศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดล (Physics Education Network of Thailand: PENThai) โดยแบบทดสอบประกอบไปด้วยคำถามจำนวน 29 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงแนวคิดในเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยเน้นหลักความเข้าใจ (understanding) ในหลักการพื้นฐาน และการทำงานของวงจรไฟฟ้ามากกว่าเน้นการคำนวณที่ใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (problem solving) ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระตรง DIRECT 1.0 ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายมาจำนวน 20 ข้อ กำหนดเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนใช้เวลา 40 นาที

แบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ทั้ง 20 ข้อ สามารถแบ่งเป็น 3 แนวความคิดรวบยอด ได้แก่ ลักษณะเชิงกายภาพของวงจรไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์ทั้งหมด 8 ข้อ ดังแสดงในตาราง 3.2

ตารางที่ 3.2 แนวคิดและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

ข้อ	แนวคิดและวัตถุประสงค์	คำถามข้อที่
	ลักษณะเชิงกายภาพของวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	
1	บอกลักษณะวงจรที่มีการลัดวงจรได้	7, 14, 18
2	เข้าใจการทำงานของวงจรปิด	6, 13
3	บอกลักษณะวงจรสมบูรณ์และเข้าใจว่าทำไมต้องมีการต่อครบวงจรเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลอย่างคงที่	-
	วัตถุประสงค์ที่รวม 1-3 เข้าด้วยกัน	18
4	ความต้านทานเป็นสมบัติของวัตถุ (ลักษณะเชิงกายภาพและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุ) และการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมจะเพิ่มความต้านทานรวม ส่วนการต่อแบบขนานจะลดความต้านทานรวม	2, 9
5	แปลความหมายของแผนภาพวงจรในลักษณะต่าง ๆ เช่น วงจรอนุกรม ขนาน และแบบรวม	1, 8, 15
	กระแสไฟฟ้า	
6	เข้าใจและประยุกต์ใช้การอนุรักษ์ของกระแส (การอนุรักษ์ประจุในสถานะคงที่) ในวงจรแบบต่าง ๆ	5, 12
	ความต่างศักย์ไฟฟ้า	
7	ประยุกต์ความรู้ว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าได้รับอิทธิพลมาจากความต่างศักย์ที่เป็นผลมาจากแบตเตอรี่และความต้านทานในวงจร	4, 11, 16
8	ประยุกต์ใช้แนวคิดเรื่องความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรแบบต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ว่าความต่างศักย์ในวงจรแบบอนุกรมเป็นการรวมกันส่วนความต่างศักย์ในวงจรขนานจะมีค่าเท่ากัน	3, 10 , 19, 20
	วัตถุประสงค์ที่รวม 6 และ 8 เข้าด้วยกัน	17

3.3 วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย เป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

3.3.2 ครูแนะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE ว่ามีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

3.3.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ดังนี้

3.3.3.1 ขั้นทำนาย (Predict: P) ในขั้นนี้ให้นักเรียนทำนายคำตอบก่อนทำการทดลอง แล้วบันทึกลงในใบงานที่ครูจัดเตรียมมาให้ พร้อมกับกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและวิธีการคิดของคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะสะท้อนความเข้าใจและความรู้เดิมที่มีอยู่

3.3.3.2 ขั้นสังเกต (Observe: O) ในขั้นนี้ให้นักเรียนหาคำตอบจากการทดลองด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น แล้วบันทึกลงในใบงาน

3.3.3.3 ขั้นอธิบาย (Explain: E) ในขั้นนี้ให้นักเรียนอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนอาจจะสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลองและสรุปผลโดยเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้ และเปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.3.4 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

3.3.5 ตรวจคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายเพื่อที่จะนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองร่วมกับเทคนิค POE เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test โดยทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3.4.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองร่วมกับเทคนิค POE เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้ค่า normalized gain แบบแต่ละชั้นเรียน แบบแต่ละแนวคิด และแบบแต่ละรายข้อ

3.4.3 เลือกวิเคราะห์แบบทดสอบในข้อที่มีความน่าสนใจโดยพิจารณาจากแบบทดสอบข้อที่นักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดและน้อยที่สุด

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้แผงต่อสายไฟแทนโพรโตบอร์ดเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

4.1 คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้ชุดการทดลองร่วมกับเทคนิค POE เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ซึ่งแบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบปรนัย มี 4 – 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าที จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าสถิติ		
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าที
ก่อนเรียน	30	6.17 (30.85%)	1.73	10.96*
หลังเรียน	30	10.97 (54.85%)	2.02	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย เพื่อเปรียบเทียบค่า คะแนนเฉลี่ยคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 10.97 หรือคิดเป็นร้อยละ 54.85 ของคะแนนเต็ม สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน คือ 6.17 คิดเป็นร้อยละ 30.85 ของคะแนนเต็ม แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE นั้น สามารถพัฒนาความเข้าใจ

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE นั้น สามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายได้ เพราะนักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง จากชุดทดลองที่ผู้วิจัยออกแบบให้มีการใช้งานที่สะดวก ง่ายและเหมาะสำหรับการเรียนรู้ทำความเข้าใจในเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย ซึ่งถือว่าเป็นหัวข้อที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง ในรายวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับ อัศวรัฐ นามะกันคำ (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับสายอาชีพ พบว่านักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจแนวคิดรวบยอดในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยรวมแล้วดีกว่านักเรียนสายสามัญ โดยเฉพาะในหัวข้อที่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการเรียนการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงควรให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง เพื่อเรียนรู้ลักษณะการทำงานของวงจรอย่างเป็นรูปธรรม จะทำให้เด็กมีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้าดีกว่า สอดคล้องกับ ศิริชัย พุธวัฒนะ (2538) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ประยุกต์ โดยใช้ร่วมกับคู่มือประกอบชุดการทดลอง อันประกอบด้วย ใบเนื้อหา และใบงาน ซึ่งพบว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพร้อยล 79.53 และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างไปจากเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Thacker, B. Kim, E. and Trefz, K. (1994) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการแก้ปัญหา และการใช้เหตุผลเกี่ยวกับโจทย์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยแบ่งโจทย์คำถามเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นโจทย์ปัญหาที่เน้นความเข้าใจในการสังเคราะห์โจทย์และอธิบายพฤติกรรมการทำงานในวงจรไฟฟ้า กลุ่มที่สองเป็นโจทย์ปัญหาที่เน้นการคำนวณโดยใช้สมการทางฟิสิกส์และพื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เป็นนักศึกษาที่มีพื้นฐานในวิชาฟิสิกส์ไม่เท่ากัน และเรียนเนื้อหาเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีการที่แตกต่างกันโดยกลุ่มที่หนึ่งประกอบไปด้วยนักศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์เอกฟิสิกส์ ซึ่งเรียนเนื้อหาเรื่องวงจรไฟฟ้าโดยเน้นการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ และเรียนรู้พฤติกรรมของวงจรไฟฟ้าวิเคราะห์แนวคิดพื้นฐาน เรื่อง วงจรไฟฟ้าจากวงจรจริง โดยมีผู้สอนคอยช่วยอธิบายและตอบคำถามตลอดจนช่วยแนะนำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดพื้นฐาน เรื่อง วงจรไฟฟ้าด้วยตัวเอง และ กลุ่มที่สองประกอบไปด้วยนักศึกษาหลักสูตรเกียรตินิยมจากคณะวิทยาศาสตร์ นักศึกษาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนเนื้อหาเรื่องไฟฟ้า โดยเน้นเนื้อหาและหลักการต่างๆ ในเชิงทฤษฎีและสมการทางฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ในการแก้ปัญหาที่เน้นการคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์สามารถทำคะแนนได้ดี แต่ส่วนใหญ่กลับให้เหตุผลไม่ได้ หรือให้เหตุผลไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน ส่วนนักศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์กลับให้เหตุผลและทำนายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในวงจรได้ดีกว่า ซึ่งมีข้อสังเกตว่า การที่นักศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์สามารถอธิบายและให้เหตุผลที่ดีกว่าอาจมาจากการเรียนที่เน้นลงมือปฏิบัติจริงให้ห้องปฏิบัติการ ทำ

ให้มีความคุ้นเคยมากกว่า ทำให้สามารถทำนายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในวงจรได้ดีกว่านักศึกษาจากคณะวิทยาศาสตร์และคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เรียนโดยเน้นความรู้เชิงทฤษฎี

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่อยากจะเรียนรู้มากขึ้น เพราะกิจกรรมที่ได้ทำนายผลก่อนล่วงหน้า จากนั้นนักเรียนเป็นผู้หาคำตอบโดยการทดลองแล้วมีการสรุปผลคำตอบเทียบกับผลการทำนายตอนต้น ทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ ศราวุธ นาเสงี่ยม (2554) ได้ใช้การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน โรงเรียนรัตนศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ข้อสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า POE มีประสิทธิภาพ 84.56/80.53 นักเรียนที่ได้เรียนรู้ POE มีความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (คิดเป็นร้อยละ 0.73) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบ POE อยู่ในระดับมาก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายสามารถเพิ่มความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนค้นพบเหตุการณ์ได้จริงตามกิจกรรมการทดลอง

4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี normalized gain <g> จะทำการวิเคราะห์ดังนี้

4.2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบแต่ละชั้นเรียน

จากคะแนนก่อนเรียน - หลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย นำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้วิธี normalized gain พบว่าในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียน

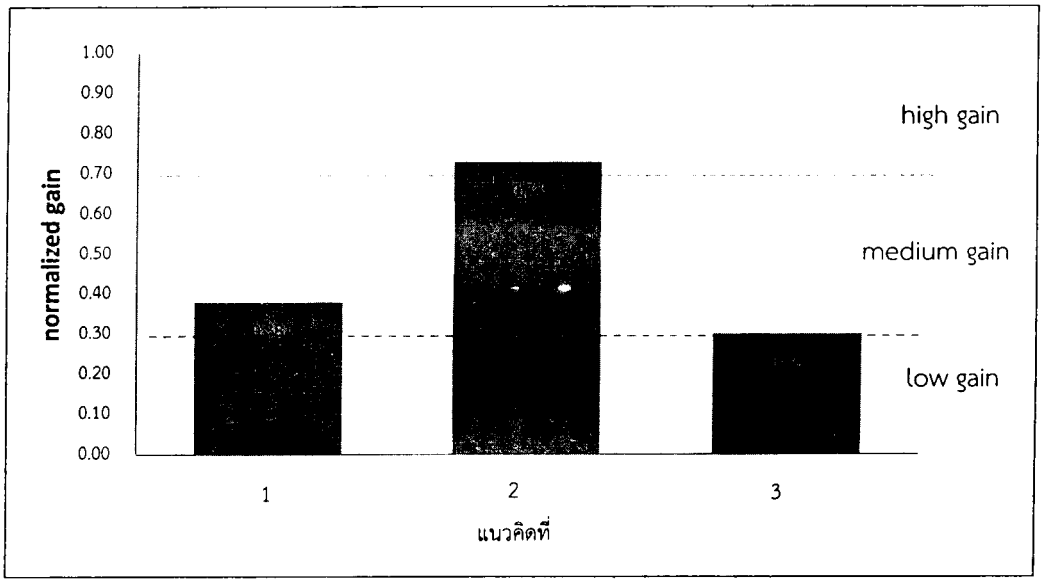
pretest (%)	posttest (%)	actual gain (%)	maximum possible gain (%)	normalized gain <g>	แปลผล
6.17 (30.85)	10.97(54.85)	4.80 (24.00)	13.83 (69.15)	0.35	medium gain

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเรียนโดยใช้วิธี normalized gain ซึ่งหาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (actual gain = (% post–test)-(% pre-test)) หารด้วยผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (maximum possible gain = (100 %)-(% pre-test)) มีค่าเท่ากับ 0.35 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย มีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยอยู่ในระดับ ปานกลาง (medium gain) หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE ซึ่งเป็นเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบกับมีการทำนายผล หาคำตอบ และสรุปผลคำตอบเทียบกับผลการทำนาย ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิด ส่งผลให้นักเรียนทำคะแนนได้สูงขึ้นในการทำแบบทดสอบหลังเรียน สอดคล้องกับ จิราพรรณ มีแวว (2550) ซึ่งได้สร้างชุดทดลองเรื่องสมบัติของแสงโดยใช้อุปกรณ์อย่างง่าย สำหรับรายวิชาฟิสิกส์ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องสมบัติของแสงด้วยวิธีการทดลอง โดยใช้ชุดชุดลองที่สร้างขึ้นซึ่งชุดทดลองนี้ดัดแปลงมาจากชุดทดลองเดิมของ สสวท. โดยการนำเลเซอร์ไดโอดมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงแทนกล่องเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของชุดการทดลองให้สามารถแสดงผลการทดลองได้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น โดยกลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหัวตะพานวิทยาคม อำเภอหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 185 คน จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 34.62 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยวิธีทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น จึงสรุปได้ว่าชุดทดลองเรื่องสมบัติของแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับใช้เรียนเรื่องสมบัติของแสงได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับ ยศธร บันเทิง (2556) ได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก จำนวน 37 คน ผลการทดสอบด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และ normalized gain พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ POE มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 จัดอยู่ในระดับสูง และจากการวิเคราะห์ความคาดหวังทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีความคาดหวังทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความก้าวหน้าของความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นในระดับน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.24

4.2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบแต่ละรายแนวคิด

เมื่อพิจารณาแยกเป็นแนวคิด สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 3 แนวคิด ได้แก่ 1) ลักษณะเชิงกายภาพของวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 2) กระแสไฟฟ้า 3) ความต่างศักย์ไฟฟ้าพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนแต่ละรายแนวคิดดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนรายแนวคิด

จากภาพที่ 4.1 เป็นกราฟแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรายแนวคิดของการใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE พบว่า แนวคิดเรื่องกระแสไฟฟ้า มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.73 จัดอยู่ในระดับ high gain รองลงมาคือแนวคิดเรื่องลักษณะเชิงกายภาพของวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 จัดอยู่ในระดับ medium gain ส่วนแนวคิดที่ได้คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือแนวคิดเรื่องความต่างศักย์ไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 0.30 จัดอยู่ในระดับ medium gain

เมื่อพิจารณาแนวคิดที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยมากที่สุดคือ เรื่องกระแสไฟฟ้า พบว่าสาเหตุที่นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด เนื่องจาก ในการทำการ

ทดลอง นักเรียนได้ลงมือต่อวงจรไฟฟ้าและทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในจุดต่าง ๆ ของวงจรด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

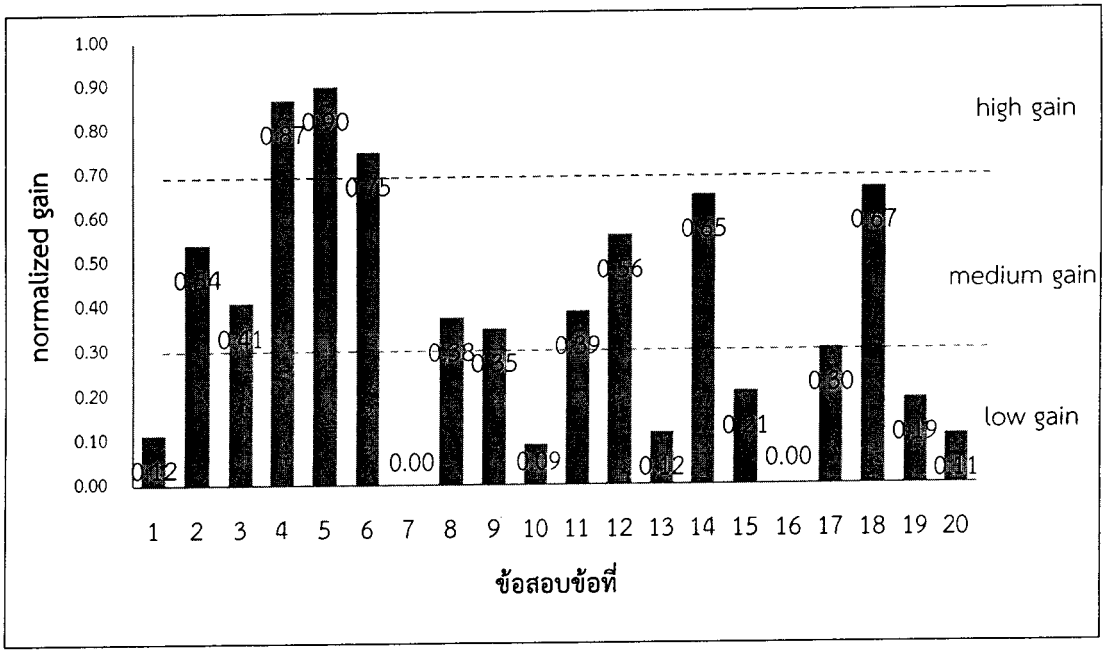
เมื่อพิจารณาแนวคิดที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด คือ เรื่อง ความต่างศักย์ไฟฟ้า พบว่าสาเหตุที่นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุดประกอบไปด้วย 2 สาเหตุ คือ

สาเหตุที่ 1 ในแบบทดสอบ DIRECT 1.0 แนวคิดเรื่องความต่างศักย์ไฟฟ้า จะวัดความเข้าใจเรื่องศักย์ไฟฟ้าโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก เป็นการต่อแบตเตอรี่มากกว่า 1 เซลล์เข้ากับตัวต้านทาน (ในวงจรมีการต่อตัวต้านทานทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน) แล้วให้นักเรียนบอกค่าความต่างศักย์ที่จุดต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบแบบทดสอบได้ถูกต้อง ส่วนที่สองจะเปลี่ยนจากตัวต้านทานเป็นหลอดไฟ แล้วให้นักเรียนบอกความสว่างของหลอดไฟ ซึ่งเป็นส่วนที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบไม่ถูกต้อง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากผู้วิจัยต้องการที่จะกระชับเวลาที่ใช้ในการทดลองเรื่องการต่อหลอดไฟให้เสร็จภายใน 1 ชั่วโมง จึงได้ออกแบบกิจกรรมการต่อหลอดไฟโดยใช้หลอดไฟเพียงหลอดเดียว แล้วแนะนำให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ที่วัดได้ในวงจรตัวต้านทานกับความสว่างที่สังเกตได้ในวงจรหลอดไฟ ซึ่งทั้งตัวต้านทานและหลอดไฟต่างก็มีคุณสมบัติเป็นโหลด (load) ในวงจรเหมือนกัน แต่จากการสังเกตขณะที่นักเรียนทำการทดลองและวิธีคิดที่ปรากฏในกระดาษคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีการเชื่อมโยงว่าตัวต้านทานกับหลอดไฟในวงจรมีคุณสมบัติเป็นโหลดเหมือนกัน และไม่เข้าใจว่าความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับทั้งความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า ถ้าให้นักเรียนทำการทดลองต่อหลอดไฟที่มีจำนวนมากกว่าหนึ่งหลอดแล้ว นักเรียนจะเข้าใจแนวคิดเรื่องความสว่างของหลอดไฟในวงจรเป็นอย่างดี

สาเหตุที่ 2 ในการสังเกตและบันทึกผลการทดลองความสว่างของหลอดไฟฟ้า ใช้การสังเกตความสว่างด้วยตาเปล่า ซึ่งจากหลักฐานบันทึกผลการทดลองในใบงาน พบว่า นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของหลอดไฟฟ้าที่มีความสว่างต่างกันเพียงเล็กน้อยได้ ทำให้ผลการทดลองที่ได้ไม่เป็นไปตามทฤษฎีและมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

4.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบแต่ละรายข้อ

เมื่อนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนแต่ละรายข้อดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบแต่ละรายข้อ

จากภาพที่ 4.2 เป็นกราฟแสดงคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อของนักเรียนที่เรียนจากการใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE สามารถแบ่งระดับความก้าวหน้าออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

(1) ข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ high gain มีทั้งหมด 3 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 4 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 ข้อที่ 5 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 และข้อที่ 6 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.75

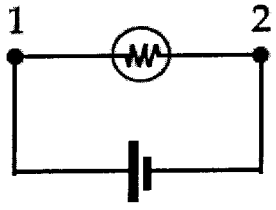
(2) ข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ medium gain มีทั้งหมด 9 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 2 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ข้อที่ 3 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 ข้อที่ 8 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 ข้อที่ 9 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 ข้อที่ 11 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 ข้อที่ 12 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 ข้อที่ 14 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 ข้อที่ 17 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.30 และข้อที่ 18 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.67

(3) ข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ low gain มีทั้งหมด 8 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 6 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 ข้อที่ 7 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 ข้อที่ 10 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.09 ข้อที่ 13 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 ข้อที่ 15 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน

เฉลี่ยเท่ากับ 0.21 ข้อที่ 16 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 ข้อที่ 19 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 และ ข้อที่ 20 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.11

ข้อสอบที่นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดคือ ข้อที่ 5 มีความก้าวหน้าทางการเรียน 0.90 และข้อสอบที่นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุดคือ ข้อที่ 7 และข้อที่ 16 มีความก้าวหน้าทางการเรียน 0.00 ผู้วิจัยจึงนำข้อสอบดังกล่าวมาวิเคราะห์ ดังนี้

(1) แบบทดสอบข้อที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 1 กับ กระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 2 ที่จุดใดมีค่ากระแสไฟฟ้า**มากที่สุด**

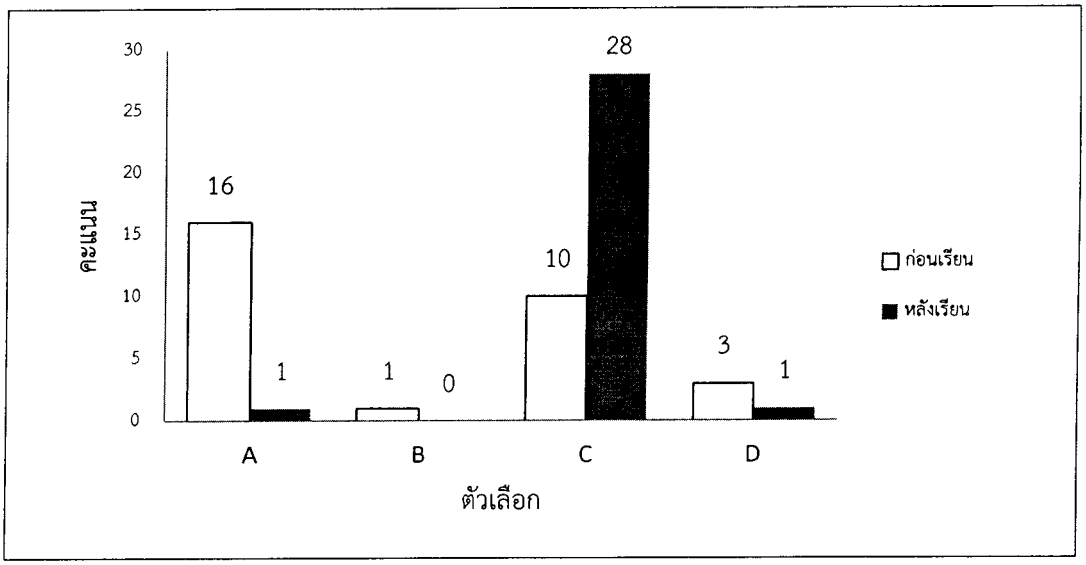


A. จุดที่ 1 B. จุดที่ 2

C. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวรอบวงจร

D. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในสองทิศทางรอบวงจร

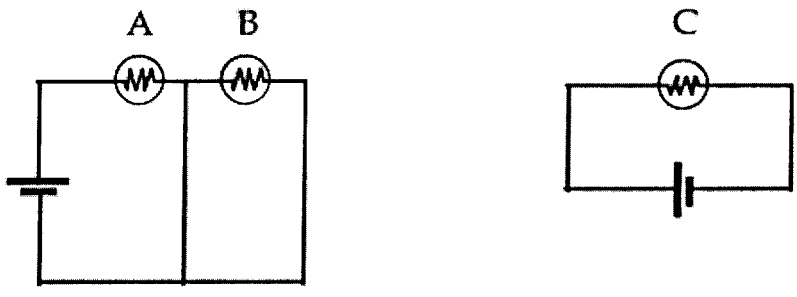
คำตอบ : C. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวรอบวงจร



ภาพที่ 4.3 ข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 5

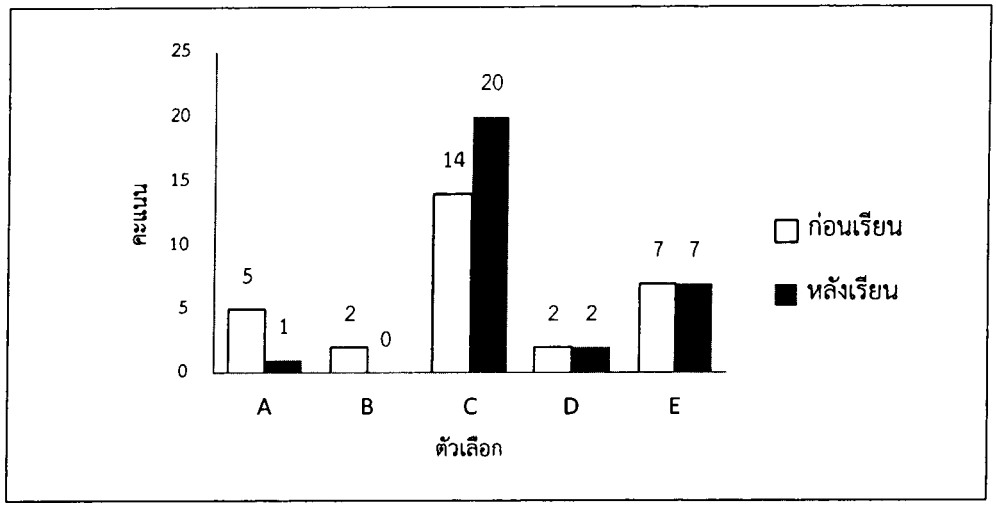
จากภาพที่ 4.3 เป็นกราฟแสดงข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 5 การตอบแบบทดสอบก่อนเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบข้อ A เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจแนวคิดที่ผิดเรื่อง การอนุรักษ์ของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า ซึ่งมีแนวคิดว่าจุดที่ 1 ซึ่งใกล้กับขั้วบวกจะมีกระแสไฟฟ้ามากที่สุด แต่หลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE แล้วมาทำแบบทดสอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้อง คิดเป็นจำนวน 28 คน (คิดเป็นร้อยละ 93.33) เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือทำการทดลองต่อวงจรและวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่จุดต่างๆ ในวงจรด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดในเรื่อง การอนุรักษ์ของกระแสไฟฟ้าในวงจรเพิ่มมากขึ้น และอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้นักเรียนทำข้อสอบข้อนี้ได้ถูกต้องก็คือ แผนภาพวงจรในข้อสอบข้อนี้ มีลักษณะคล้ายกับที่นักเรียนได้ทำการทดลองในชั้นเรียนด้วย ส่งผลให้เป็นข้อสอบข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด

(2) แบบทดสอบข้อที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้า A, B และ C ในวงจรข้างล่างนี้ หลอดไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟ้าคู่ใดที่**สว่างมากที่สุด**



A. A B. B C. C D. A = B E. A = C

คำตอบ : E. A = C



ภาพที่ 4.4 ข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 7

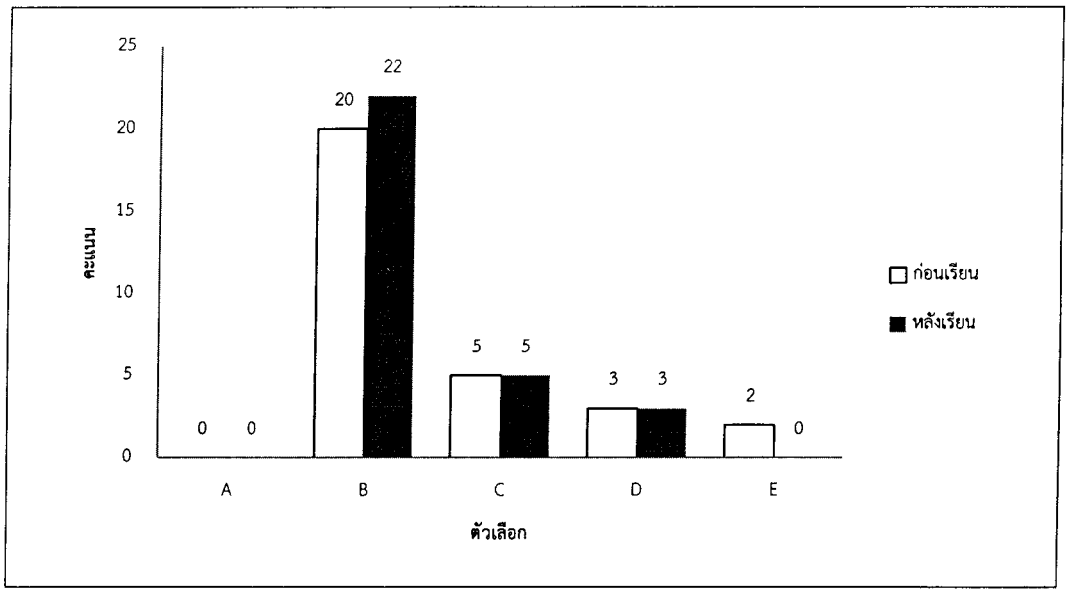
ข้อสอบข้อที่ 7 เป็นข้อสอบที่ต้องการวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่อง การลัดวงจรในวงจรไฟฟ้า และจุดเด่นของข้อสอบข้อนี้คือ แผนภาพวงจรที่มีหลอดไฟฟ้า 2 หลอด ต่อกันแบบอนุกรม แล้วมีเส้นลวดมาลัดวงจรดังแผนภาพวงจรด้านซ้ายมือ ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกับหลอดไฟ 2 หลอด ต่อกันแบบขนานกัน ถ้าผู้ทำแบบทดสอบพิจารณาวงจรอย่างผิวเผินหรือไม่ชำนาญในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ก็จะเข้าใจว่าเป็นหลอดไฟ 2 หลอดต่อกันแบบขนาน จากภาพที่ 4.4 เป็นกราฟแสดงข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 7 การตอบแบบทดสอบก่อนเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบข้อ C คิดเป็นจำนวน 14 คน (คิดเป็นร้อยละ 46.67) เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าวงจรด้านซ้ายมือเป็นวงจรที่หลอดไฟ 2 หลอด ต่อกันแบบขนาน หลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE แล้วมาทำแบบทดสอบ พบว่านักเรียนตอบข้อ C เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม คิดเป็นจำนวน 20 คน (คิดเป็นร้อยละ 66.67) จากหลักฐานการทดและวิธีคิดในแบบทดสอบของนักเรียน พบว่านักเรียนยังคงเข้าใจว่าวงจรด้านซ้ายมือเป็นวงจรที่หลอดไฟ 2 หลอด ต่อกันแบบขนานเหมือนเดิม และด้วยสาเหตุที่นักเรียนเคยทำการทดลองดูความสว่างของหลอดไฟ 1 หลอด เทียบกับ 2 หลอดแล้ว นักเรียนจึงมีแนวคิดว่าการต่อหลอดไฟ 1 หลอด ต้องมีความสว่างมากกว่าการต่อหลอดไฟ 2 หลอด ทำให้จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อ C เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งสิ่งที่ผู้วิจัยค้นพบในการวิเคราะห์แบบทดสอบข้อนี้คือรูปร่างของวงจรไฟฟ้ามีผลต่อการวิเคราะห์วงจรของนักเรียน จากการพิจารณาจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบได้ถูกต้อง พบว่าทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมีจำนวน

นักเรียนที่ตอบถูกเท่ากัน คือ 7 คน (คิดเป็นร้อยละ 23.33) คะแนนความก้าวหน้าในข้อนี้จึงมีค่าต่ำที่สุด

(3) แบบทดสอบข้อที่ 16 จงเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟ A กับหลอดไฟ B หลอดไฟ A จะสว่าง_____หลอดไฟ B

A. เป็นสี่เท่าของ
B. เป็นสองเท่าของ
C. เท่ากันกับ
D. เป็นครึ่งหนึ่งของ
E. เป็นหนึ่งในสี่ของ

คำตอบ : A. เป็นสี่เท่าของ



ภาพที่ 4.5 ข้อมูลการตอบแบบทดสอบข้อที่ 16

ข้อสอบข้อที่ 16 เป็นข้อสอบที่ยากที่สุดในข้อสอบจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ เพราะเป็นข้อสอบที่นำทั้งความเข้าใจเรื่องกระแสไฟฟ้าในวงจร ความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจร และความสว่างของหลอดไฟฟ้าในวงจร มาประยุกต์เป็นคำถามและเพิ่มความยากของข้อสอบขึ้นไปอีกโดยมีการถามคำถามเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟว่า หลอดไฟ A มีความสว่างเป็นกี่เท่า ของหลอดไฟ B ผู้ที่

จะทำข้อสอบได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องมีความเข้าใจแนวความคิดในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเป็นอย่างดี และได้ผ่านการคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้ามาแล้วในระดับหนึ่ง ซึ่งแนวคิดในการตอบแบบทดสอบข้อนี้คือ หลอดไฟ A มีความต่างศักย์ตกคร่อมเป็น 2 เท่า ของหลอดไฟ B และหลอดไฟ A มีกระแสไหลผ่านเป็น 2 เท่า ของหลอดไฟ B เมื่อพิจารณาทั้งความต่างศักย์ที่ตกคร่อมหลอดไฟและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟ ทำให้หลอดไฟ A สว่างเป็นสี่เท่าของหลอดไฟ B จุดประสงค์ของผู้วิจัยคือต้องการทราบว่านักเรียนจะสามารถทำแบบทดสอบข้อนี้โดยยัง ไม่เรียนการคำนวณได้หรือไม่ และในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทดลองต่อหลอดไฟแล้วสังเกตเพื่อเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟว่าหลอดใดมีความสว่างมากหรือน้อยกว่ากันเท่านั้น ไม่สามารถที่จะสังเกตได้ว่ามีความสว่างเป็นกี่เท่าตามที่อยู่ในข้อสอบข้อนี้ และจากหลักฐานการทดและวิธีคิดของนักเรียนในแบบทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่พิจารณาความสว่างของหลอดไฟจากความต่างศักย์เพียงอย่างเดียว ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ตอบข้อ B คือความสว่างของหลอดไฟ A สว่างเป็น 2 เท่าของหลอดไฟ B ส่วนคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ A นั่นคือความสว่างของหลอดไฟ A สว่างเป็น 4 เท่าของหลอดไฟ B พบว่าไม่มีนักเรียนคนใดตอบตัวเลือกนี้ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 0.00 ทำให้คะแนนความก้าวหน้าในข้อสอบข้อนี้มีค่าต่ำสุด

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและวัดความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE หลังจากดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัย ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 นักเรียนที่เรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายโดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE มีความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (คิดเป็นร้อยละ 10.97) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (คิดเป็นร้อยละ 6.17) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

5.1.2 นักเรียนที่เรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายโดยใช้ชุดทดลองร่วมกับเทคนิค POE มีความก้าวหน้าทางการเรียนรายชั้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 อยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) และเมื่อพิจารณาคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนรายแนวคิด พบว่า แนวคิดที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด คือ เรื่อง กระแสไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 0.73 จัดอยู่ในระดับสูง (high gain)

5.2 จุดเด่นและจุดด้อยของการใช้แผงต่อสายไฟแทนแผ่นโพรโตบอร์ด

5.2.1 จุดเด่น

5.2.1.1 ราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายตามร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป

5.2.1.2 เหมาะสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

5.2.1.3 นักเรียนสามารถต่อวงจรตามแผนภาพวงจรในหนังสือเรียนหรือในใบงานได้ทันที ซึ่งถ้าใช้แผ่นโพรโตบอร์ดในการต่อวงจรนักเรียนต้องทำความเข้าใจในจุดเชื่อมต่างๆ ในแนวตั้งและแนวนอนของแผ่นโพรโตบอร์ดก่อน

5.2.1.4 ง่ายต่อการทำความเข้าใจในเรื่องทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรตรงกันข้ามกับการใช้แผ่นโพรโตบอร์ดซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจว่า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลลงไปในแผ่นโพรโตบอร์ดแล้วกระแสไฟฟ้าไหลไปไปยังทิศทางใดต่อไป

5.2.1.5 วงจรที่ต่อขึ้นจริงกับแผนภาพวงจรในหนังสือเรียนหรือในใบงานมีรูปร่างคล้ายกัน ทำให้การนำเอาวงจรที่ต่อขึ้นจริงมาอธิบายเปรียบเทียบกับแผนภาพวงจรในหนังสือเรียนเป็น

การส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน ตรงกันข้ามกับการใช้แผ่นโพรโตบอร์ดซึ่งมีรูปร่างวงจรที่แตกต่างจากในหนังสือเรียนส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนได้ง่าย

5.2.1.6 แผงต่อสายไฟเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสายไฟในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เหมือนกับการต่อสายไฟในชีวิตจริง

5.2.2 จุดด้อย

5.2.2.1 ไม่เหมาะสำหรับการต่อวงจรที่มีความซับซ้อน

5.2.2.2 ใช้เวลาในการต่อวงจรมากกว่าการต่อวงจรลงในแผ่นโพรโตบอร์ดเล็กน้อยเพราะต้องใช้ไขควงในการหมุนสกรูเพื่อเชื่อมต่อในแต่ละจุดของวงจรไฟฟ้า

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ในการทดลองเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ต้องสอนวิธีการใช้เครื่องมือในการวัดความต้านทาน ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าก่อน เพื่อจะได้ทำการทดลองได้เร็วขึ้น

5.3.2 ในการสอนแบบใช้ชุดการทดลองร่วมกับเทคนิค POE มีนักเรียนบางคนไม่อยากเขียนผลการทำนายเนื่องจากกลัวทำนายผิดและถูกหักคะแนน เพราะฉะนั้น ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนทำนายผลการทดลองล่วงหน้า และต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าไม่มีผลต่อคะแนน

5.3.3 ครูผู้สอนจะต้องกำกับดูแลเรื่องของการใช้เครื่องมือในการวัดของนักเรียนเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องมือเสียหาย

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

เกียรติมณี บำรุงไร่. **การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

จิราพรรณ มีแวว. **ประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่องสมบัติของแสงโดยใช้อุปกรณ์อย่างง่าย**. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2550.

ทิศนา แขมมณี. **14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. **งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น อินโดโซน่า, 2556.

ปิยพงษ์ สิทธิคง. **ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา 1 กลศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เพียร์สันเอ็ดดูเคชั่น อินโดโซน่า, 2547.

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. **การศึกษาการเปลี่ยนมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องหน้าที่ยีน โดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

ยศธร บันเทิง. **การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-explain (POE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.

ศราวุธ นาเสงี่ยม. **การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

ศิริชัย พุธวัฒนะ. **การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2546.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อัศวรัฐ นามะกันคำ. **การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับสายอาชีพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.

Engelhardt, P.V. and Beichner, R.J. **Examining students' understanding of electrical circuits through multiple-choice testing and interviews**. Unpublished doctoral dissertation: North Carolina State University, 1997.

_____. "Student' understanding of direct current resistive electrical circuit", **American Assosiation of Physics Teacher**. 72(1): 98–115; Winter, 2004.

Hake, R. R. "Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses", **American Journal of Physics**. 61(1): 64-74; Winter, 1998.

Haysom and Bowen. **Predict, Observe, Explain: Activities Enhancing Scientific Understanding**. National Science Teachers Association: United States of America, 2010

McDermott and Shaffer. "Research as a guide for curriculum: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding", **American Journal of Physics**. 60(11): 994-1002; Winter, 1992.

Thacker, B. Kim, E. and Trefz, K. "Comparing problem solving performance of physics students in inquiry-based and traditional introductory physics courses", **American Journal of Physics**. 62(7): 627–633; Spring, 1994.

White, R.T. and Gunstone, R.F. **Probing understanding**. London: Faimer Press, 1992.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแสตรง **เรื่อง การต่อตัวต้านทาน**

รายวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว30203 **เวลา 2 ชั่วโมง**

มาตรฐานการเรียนรู้ ว8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

ทดลองและวิเคราะห์เกี่ยวกับการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนาน สามารถหาความต้านทานรวมของปลายตัวต้านทานที่ต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนานได้

แนวความคิดหลัก

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมความต้านทานรวมในวงจรหาได้จากสมการ

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

ในวงจรไฟฟ้าที่มีตัวต้านทานต่อแบบขนาน ระหว่างปลายของตัวต้านทานที่ต่อแบบขนาน ความต้านทานรวมในวงจรหาได้จากสมการ

$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \ldots 1/R_n$

ทักษะกระบวนการ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะ(จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากสื่อ และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบงาน

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากสื่อ และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบงาน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียน

1. ขั้นนำ

1.1 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นักเรียนรู้จักที่อยู่ภายในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ร่วมกันอภิปรายถึงตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า และการนำตัวต้านทานการไปใช้ประโยชน์

1.2 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องการต่อตัวต้านทาน

2. ขั้นสอน

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 5 คน

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมเรื่องการต่อตัวต้านทาน จากใบกิจกรรมที่ 1 การต่อตัวต้านทาน ซึ่งในกิจกรรมจะประกอบไปด้วยคำสั่งให้นักเรียนทำนายผลการทดลองก่อนทำการทดลอง

2.3 ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบ แล้วบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรม

2.4 ร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองกับเพื่อนภายในกลุ่ม

3. ขั้นสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลที่ได้จากการอภิปรายภายในกลุ่ม

3.2 ร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนว่านักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูสรุปผลการทดลองรายชั้นเรียนอีกครั้งพร้อมกับสรุปแนวความคิดหลักของการต่อตัวต้านทาน

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดการทดลองเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

สื่อและแหล่งความรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์เล่ม 3 ของกระทรวงศึกษาธิการ
2. ห้องสมุด

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....

.....

.....

ด้านจิตวิทยาศาสตร์.....

.....

.....

ด้านอื่น ๆ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายภูสิทธิ์ จันทนา)

กิจกรรมที่ 1 การต่อตัวต้านทาน

ให้นักเรียนใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานดังต่อไปนี้

R_1 = ...

R_2 = ...

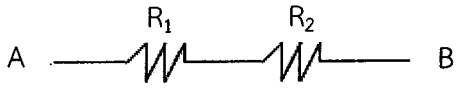
R_3 = ...

R_4 = ...

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

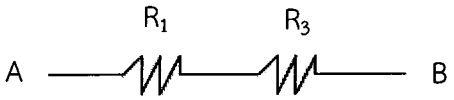
วัดความต้านทานรวมเมื่อตัวต้านทานต่อดังรูป

1.



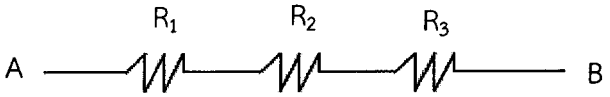
$R_{รวม}$ = ...

2.



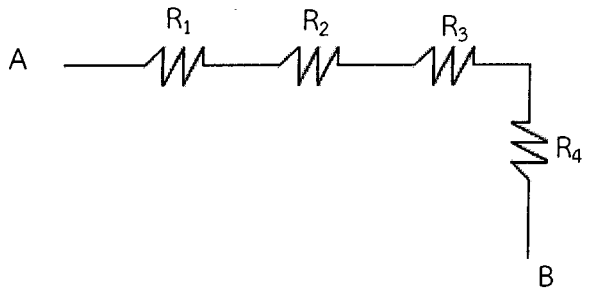
$R_{รวม}$ = ...

3.



$R_{รวม}$ = ...

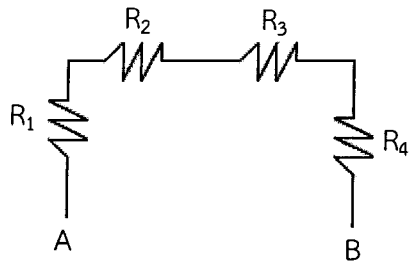
คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ค่าความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด



ทำนายค่า $R_{รวม}$.....

ผลการวัดค่า $R_{รวม}$.....

คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ค่าความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด



ทำนายค่า $R_{รวม}$.....

ผลการวัดค่า $R_{รวม}$.....

สรุป

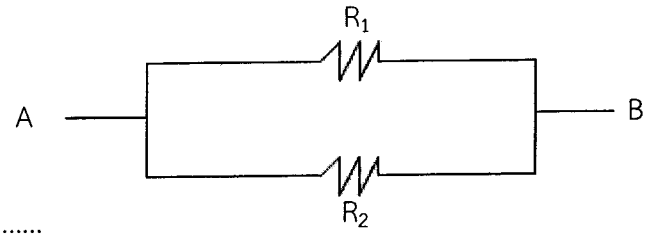
การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมสามารถหาความต้านทานรวมได้จากสมการ

.....

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

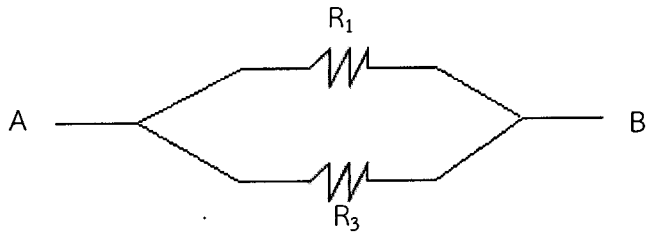
วัดความต้านทานรวมเมื่อตัวต้านทานต่อดังรูป

1.



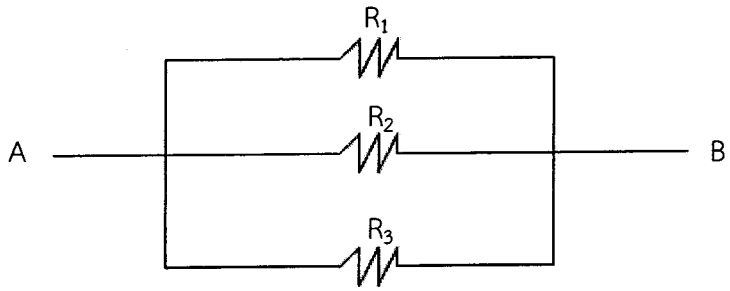
$R_{รวม}$ = ...

2.



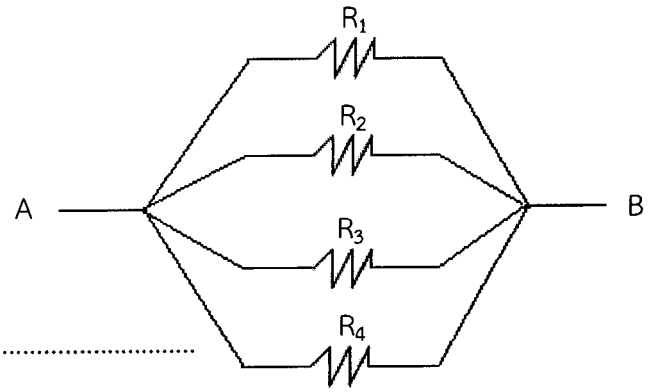
$R_{รวม}$ = ...

3.



$R_{รวม}$ = ...

คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ค่าความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด



ทำนายค่า $R_{รวม}$.....

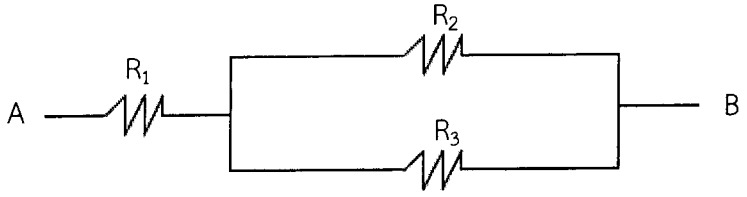
ผลการวัดค่า $R_{รวม}$.....

สรุป

การต่อตัวต้านทานแบบขนานสามารถหาความต้านทานรวมได้จากสมการ

.....

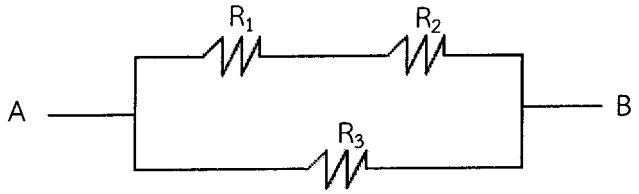
คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ค่าความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด



ทำนายค่า $R_{รวม}$.....

ผลการวัดค่า $R_{รวม}$.....

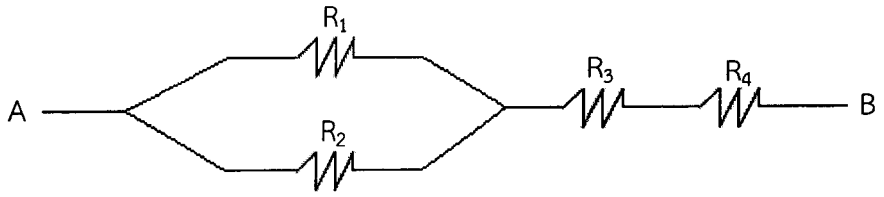
คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ค่าความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด



ทำนายค่า $R_{รวม}$.....

ผลการวัดค่า $R_{รวม}$.....

คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ค่าความต้านทานรวมมีค่าเท่าใด



ทำนายค่า $R_{รวม}$.....

ผลการวัดค่า $R_{รวม}$.....

ถ้า R ที่มีความต้านทานเท่ากัน จำนวน 4 ตัว จะต่ออย่างไรให้ $R_{รวม}$ มีค่าความต้านทานมากที่สุด และน้อยที่สุด

ให้นักเรียนต่อวงจรและแสดงวิธีการคำนวณด้วย

<u>ต่อให้มีค่าความต้านทานมากที่สุด</u>

วาดรูปวงจร

แสดงวิธีการคำนวณ

<u>ต่อให้มีค่าความต้านทานน้อยที่สุด</u>

วาดรูปวงจร

แสดงวิธีการคำนวณ

กิจกรรมที่ 2 กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

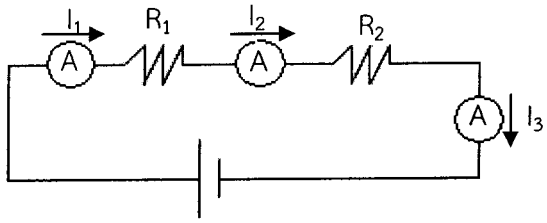
กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ ในวงจรต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

R_1 = ...

R_2 = ...

R_3 = ...

ให้นักเรียนต่อวงจรดังรูป แล้ววัดกระแสไฟฟ้า

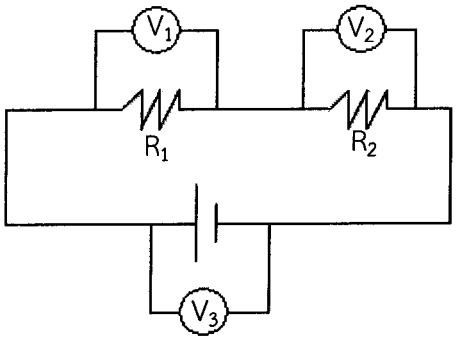


I_1 = ...

I_2 = ...

I_3 = ...

ให้นักเรียนต่อวงจรดังรูป แล้ววัดความต่างศักย์

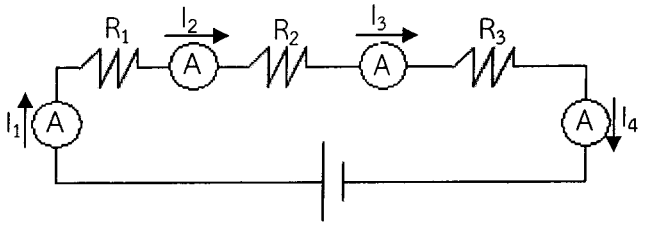


V_1 = ...

V_2 = ...

V_3 = ...

คำถาม ถ้าต่อวงจรดังรูป กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าใด



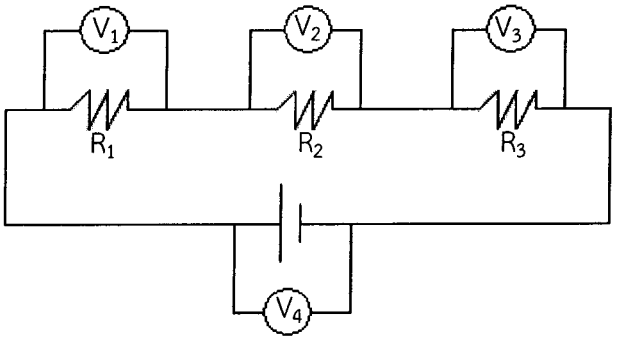
ให้นักเรียนทำนาย I_1 , I_2 , I_3 และ I_4 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

I_1 = ... I_2 = ... I_3 = ... I_4 = ...

จากการทดลองพบว่า

I_1 = ... I_2 = ... I_3 = ... I_4 = ...

คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ความต่างศักย์มีค่าเท่าใด



ให้นักเรียนทำนาย V_1 , V_2 , V_3 และ V_4 มีค่าเท่ากันหรือไม่

.....

V_1 = ... V_2 = ... V_3 = ... V_4 = ...

จากการทดลองพบว่า

V_1 = ... V_2 = ... V_3 = ... V_4 = ...

สรุป สมการในการหากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจร**ต่อตัวต้านทานแบบ**อนุกรม คือ

$I_{รวม}$ = ...

$V_{รวาม}$ = ...

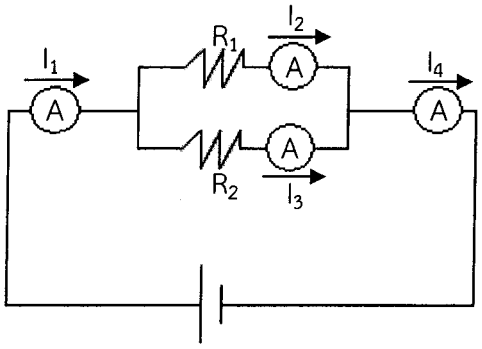
กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ ในวงจรต่อตัวต้านทานแบบขนาน

R_1 = ...

R_2 = ...

R_3 = ...

ให้นักเรียนต่อตัวต้านทานดังรูป แล้ววัดกระแสไฟฟ้า



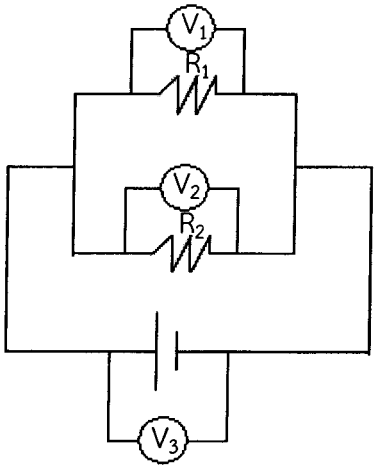
I_1 = ...

I_2 = ...

I_3 = ...

I_4 = ...

ให้นักเรียนต่อตัวต้านทานดังรูป แล้ววัดความต่างศักย์

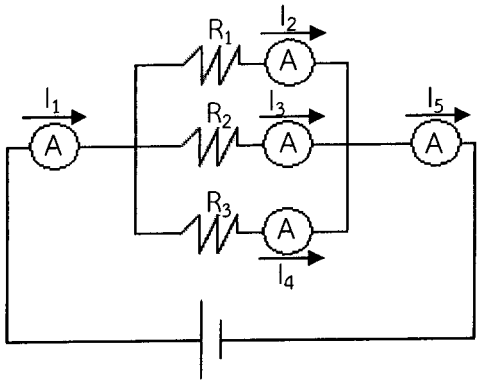


V_1 = ...

V_2 = ...

V_3 = ...

คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าใด



ให้นักเรียนทำนาย I_1 และ I_2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

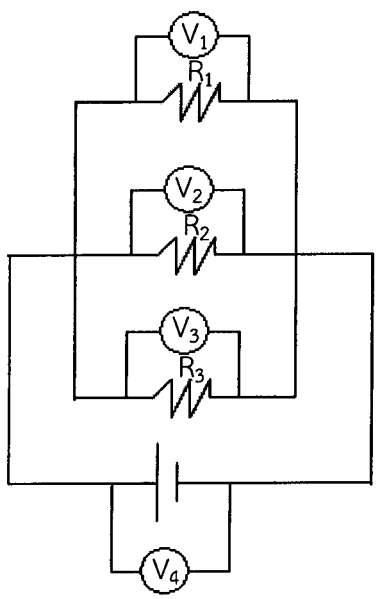
ให้นักเรียนทำนาย I_1 และ I_5 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

I_1 = ... I_2 = ... I_3 = ... I_4 = ... I_5 = ...

จากการทดลองพบว่า

I_1 = ... I_2 = ... I_3 = ... I_4 = ... I_5 = ...

คำถาม ถ้าต่อตัวต้านทานดังรูป ความต่างศักย์มีค่าเท่าใด



ให้นักเรียนทำนาย V_1 และ V_2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

ให้นักเรียนทำนาย V_2 และ V_4 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

V_1 = ... V_2 = ... V_3 = ... V_4 = ...

จากการทดลองพบว่า

V_1 = ... V_2 = ... V_3 = ... V_4 = ...

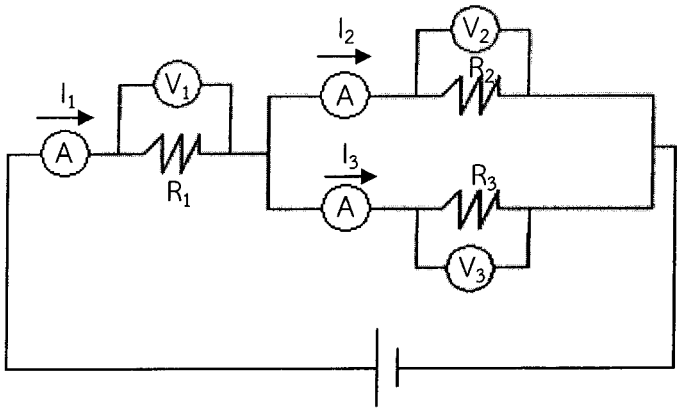
สรุป สมการในการหากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจร**ต่อตัวต้านทานแบบ**ขนาน คือ

$I_{รวม}$ = ...

$V_{รวม}$ = ...

กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ ในวงจรต่อตัวต้านทานแบบผสม

1.



ให้นักเรียนทำนาย V_1 และ V_2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

ให้นักเรียนทำนาย V_2 และ V_3 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

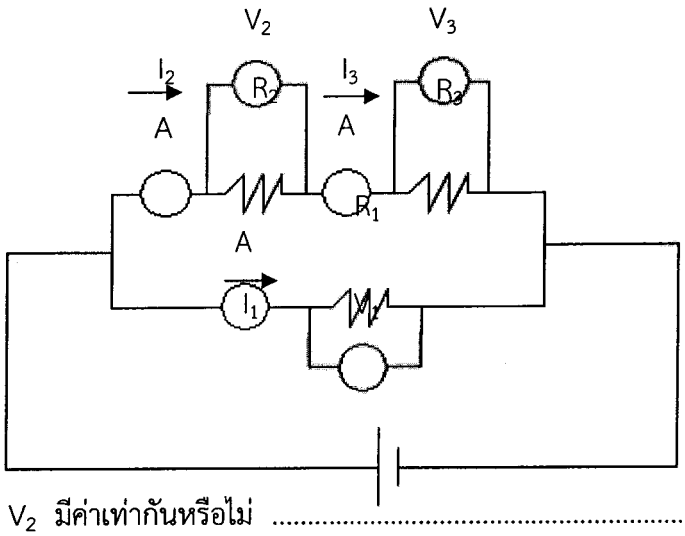
จากการทดลองพบว่า V_1 = ... V_2 = ... V_3 = ...

ให้นักเรียนทำนาย I_1 และ I_2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

ให้นักเรียนทำนาย I_2 และ I_3 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

จากการทดลองพบว่า I_1 = ... I_2 = ... I_3 = ...

2.



ให้นักเรียนทำนาย V_1 และ V_2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

ให้นักเรียนทำนาย V_2 และ V_3 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

จากการทดลองพบว่า V_1 = ... V_2 = ... V_3 = ...

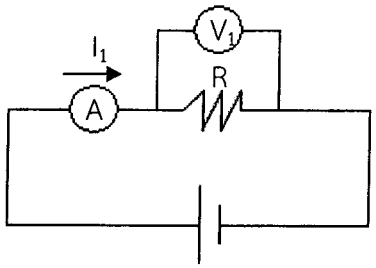
ให้นักเรียนทำนาย I_1 และ I_2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

ให้นักเรียนทำนาย I_2 และ I_3 มีค่าเท่ากันหรือไม่ .....

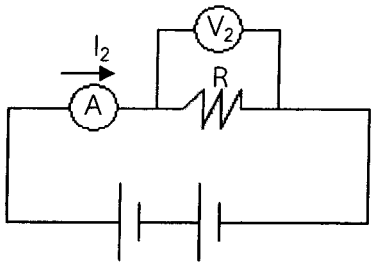
จากการทดลองพบว่า I_1 = ... I_2 = ... I_3 = ...

กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจรที่มีแบตเตอรี่มากกว่า 1 เซลล์

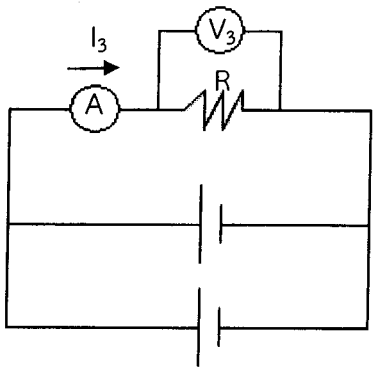
1.



2.



3.



ให้นักเรียนทำนายค่าของ V_1 , V_2 , V_3 มีค่าเท่ากันหรือไม่.....

ให้นักเรียนทำนายค่าของ I_1 , I_2 , I_3 มีค่าเท่ากันหรือไม่.....

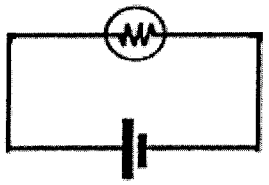
จากการทดลองพบว่า

V_1 = ... V_2 = ... V_3 = ...

I_1 = ... I_2 = ... I_3 = ...

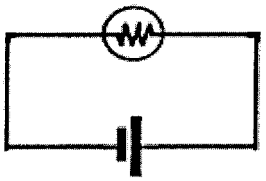
กิจกรรมที่ 3 การต่อหลอดไฟ

คำถาม ถ้าต่อหลอดไฟตามวงจรดังต่อไปนี้ หลอดไฟจะสว่างหรือไม่

1. 

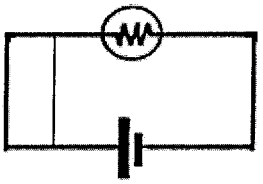
ทำนายความสว่าง.....

ผลจากการทดลอง.....

2. 

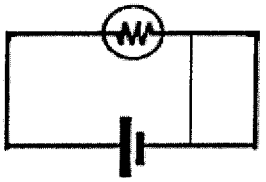
ทำนายความสว่าง.....

ผลจากการทดลอง.....

3. 

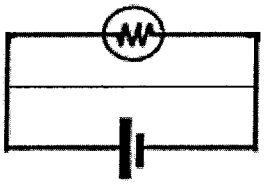
ทำนายความสว่าง.....

ผลจากการทดลอง.....

4. 

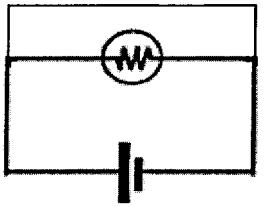
ทำนายความสว่าง.....

ผลจากการทดลอง.....

5. 

ทำนายความสว่าง.....

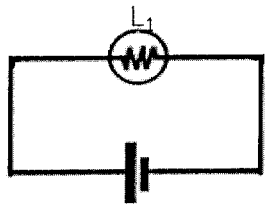
ผลจากการทดลอง.....

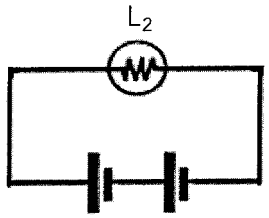
6. 

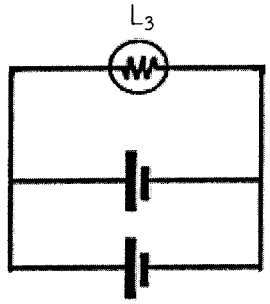
ทำนายความสว่าง.....

ผลจากการทดลอง.....

การต่อหลอดไฟในวงจรที่มีแบตเตอรี่มากกว่า 1 เซลล์

1. 

2. 

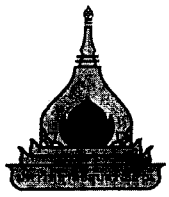
3. 

ให้นักเรียนทำนายความสว่างของ L_1 , L_2 , L_3 สว่างเท่ากันหรือไม่.....

จากการทดลองพบว่า

.....

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล



ติดต่อ : ผศ.ดร.สุระ วุฒิพรหม[1,2]
[1]Research and Innovation in Science Education Center
[2]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
85 ถ.สถลมาร์ค ต.เมืองศรีไค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190
โทรศัพท์ : 045353406 ต่อ 4539 โทรสาร :045288381
มือถือ: 0818707303 อีเมล : wuttiprom@gmail.com

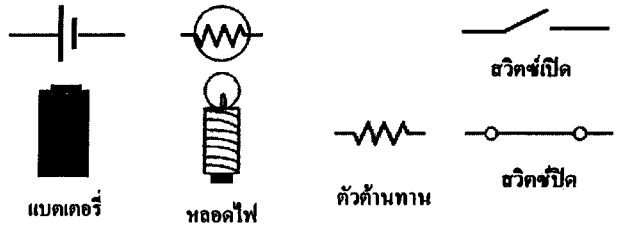
แบบทดสอบ วงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย

แบบทดสอบนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยของ นายภูสิทธิ์ จันทนา นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรศึกษา มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

แบบทดสอบชุดนี้พัฒนาโดย Paula V.Engelhardt และ Robert J.Beichner แห่ง North Carolina State University ในปี 1997 ได้รับการแปลเป็นภาษาไทยจากกลุ่มวิจัยฟิสิกส์ศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดล (PENThai)

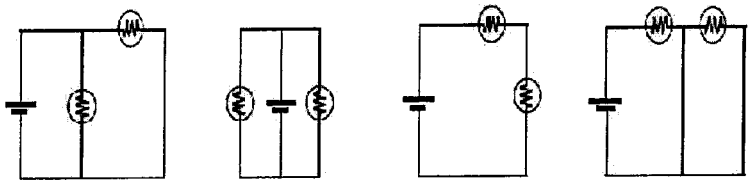
คำชี้แจง: แบบทดสอบมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ข้อสอบเป็นแบบตัวเลือก มี 4-5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
โปรดตอบคำถามแล้วทำเครื่องหมายกากบาท ลงในกระดาษคำตอบ ภายในเวลา 40 นาที

แบตเตอรี่ที่ใช้ข้อสอบเป็นแบบอุดมคติ ไม่มีความต้านทานภายใน เส้นลวดที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าไม่มีความต้านทานภายใน ข้างล่างนี้เป็นสัญลักษณ์ที่แทนอุปกรณ์ทางไฟฟ้าในข้อสอบ



ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1. วงจรไฟฟ้าใดแสดงการต่อหลอดไฟฟ้า 2 ดวงแบบขนานกับแบตเตอรี่



วงจรที่ 1 วงจรที่ 2 วงจรที่ 3 วงจรที่ 4

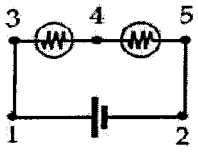
A. วงจรที่ 1
B. วงจรที่ 2
C. วงจรที่ 3
D. วงจรที่ 1 และ วงจรที่ 2
E. วงจรที่ 1, 2 และ 4

2. จงเปรียบเทียบความต้านทานรวมของการต่อตัวต้านทานแบบที่ 1 กับ แบบที่ 2 โดยที่ทั้งสองแบบเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า ความต้านทานของสายแบบที่ 1 มีค่า_____ของสายแบบที่ 2

สายแบบที่ 1 สายแบบที่ 2

A. เป็น4 เท่า
B. เป็น 2 เท่า
C. เท่ากับ
D. เป็นครึ่งหนึ่ง
E. เป็นหนึ่งในสี่

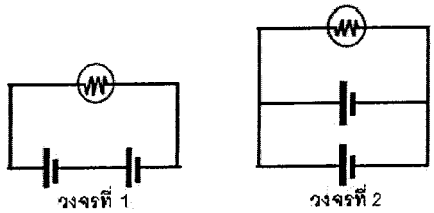
3. จงเรียงลำดับความต่างศักย์ระหว่างจุดที่ 1 และ 2, จุดที่ 3 และ 4 และ จุดที่ 4 และ 5 ในวงจรไฟฟ้าข้างล่างนี้จากมากไปน้อย



A. 1 และ 2, 3 และ 4, 4 และ 5
B. 1 และ 2, 4 และ 5, 3 และ 4
C. 3 และ 4, 4 และ 5, 1 และ 2
D. 3 และ 4 = 4 และ 5, 1 และ 2
E. 1 และ 2, 3 และ 4 = 4 และ 5

ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

4. เมื่อเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้าในวงจรที่ 1 กับวงจรที่ 2 หลอดไฟฟ้าในวงจรใดมีความสว่างมากกว่า



A. หลอดไฟฟ้าในวงจรที่ 1 เพราะ มีแบตเตอรี่ 2 ตัวต่อกันแบบอนุกรมทำให้ความต่างศักย์ลดลง

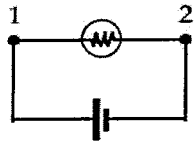
B. หลอดไฟฟ้าในวงจรที่ 1 เพราะ มีแบตเตอรี่ 2 ตัวต่อกันแบบอนุกรมทำให้ความต่างศักย์เพิ่มมากขึ้น

C. หลอดไฟฟ้าในวงจรที่ 2 เพราะ มีแบตเตอรี่ 2 ตัวต่อกันแบบขนานทำให้ความต่างศักย์ลดลง

D. หลอดไฟฟ้าในวงจรที่ 2 เพราะ มีแบตเตอรี่ 2 ตัวต่อกันแบบขนานทำให้ความต่างศักย์เพิ่มมากขึ้น

E. หลอดไฟฟ้าทั้ง 2 วงจรสว่างเท่ากัน

5. เมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 1 กับ กระแสไฟฟ้า ณ จุดที่ 2 ที่จุดใดมีค่ากระแสไฟฟ้ามากที่สุด



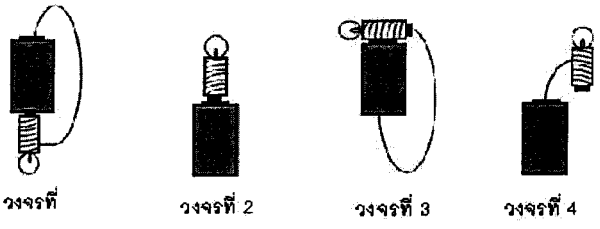
A. จุดที่ 1

B. จุดที่ 2

C. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวรอบวงจร

D. จุดที่ 1 และ 2 มีกระแสไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลในสองทิศทางรอบวงจร

6. การต่อหลอดไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ในวงจรใด ทำให้หลอดไฟติดได้



A. วงจรที่ 1

B. วงจรที่ 2

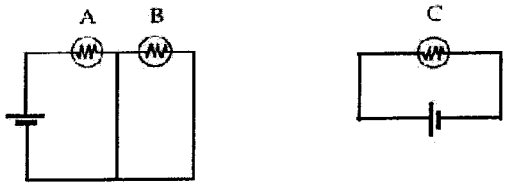
C. วงจรที่ 3

D. วงจรที่ 1 และ 3

E. วงจรที่ 1, 3 และ 4

ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

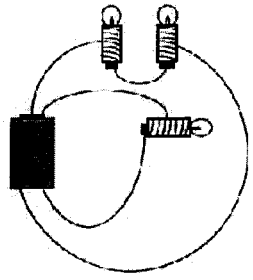
7. เมื่อเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้า A, B และ C ในวงจรข้างล่างนี้ หลอดไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟ้าคู่ใดที่สว่างมากที่สุด

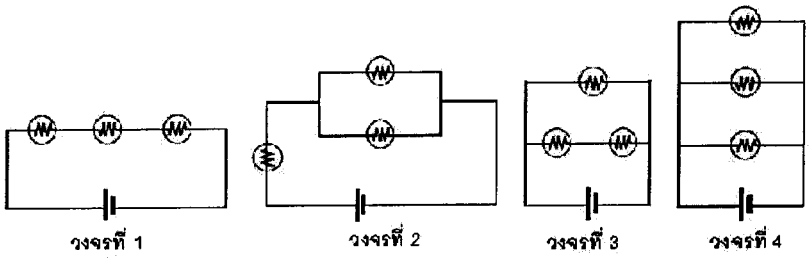


A. A B. B C. C D. A=B

E. A=C

8. แผนภาพใดใช้แทนวงจรไฟฟ้าข้างล่างนี้ได้ดีที่สุด





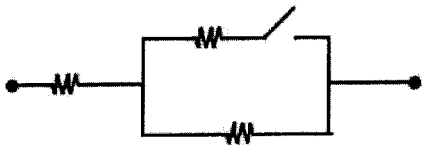
A. วงจรที่ 1 B. วงจรที่ 2

C. วงจรที่ 3 D. วงจรที่ 4

E. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

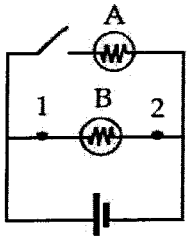
ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

9. ความต้านทานรวมระหว่างจุดปลายทั้งสองข้างของวงจรเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อสับสวิตช์ลง



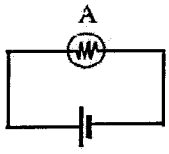
A. เพิ่มขึ้นอีก R
B. เพิ่มขึ้นอีก R/2
C. มีค่าเท่าเดิม
D. ลดลงไป R/2
E. ลดลงไป R

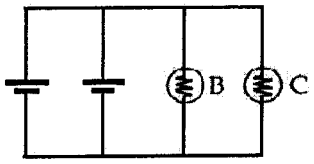
10. ความต่างศักย์ระหว่างจุด 1 และ 2 มีค่าเป็นเท่าใด เมื่อสับสวิตช์ลง



A. เพิ่มขึ้น 4 เท่า
B. เพิ่มขึ้น 2 เท่า
C. มีค่าเท่าเดิม
D. ลดลงไปครึ่งหนึ่ง
E. ลดลงไปหนึ่งในสี่

11. เมื่อเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟ A กับหลอดไฟ B หลอดไฟ A จะสว่าง_____หลอดไฟ B

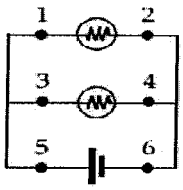




A. เป็นสี่เท่าของ
B. เป็นสองเท่าของ
C. เท่ากันกับ
D. เป็นครึ่งหนึ่งของ
E. เป็นหนึ่งในสี่ของ

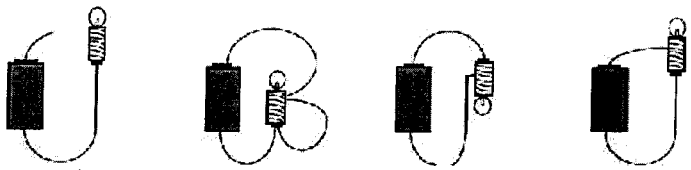
ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

12. จงเรียงลำดับค่าของกระแสไฟฟ้าที่จุด 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด



A. 5, 3, 1, 2, 4, 6
B. 5, 3, 1, 4, 2, 6
C. 5 – 6, 3 – 4, 1 – 2
D. 5 – 6, 1 – 2 – 3 – 4
E. 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

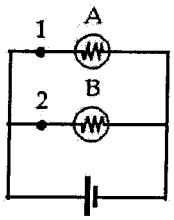
13. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบใด ทำให้หลอดสว่าง



วงจรที่ 1 วงจรที่ 2 วงจรที่ 3 วงจรที่ 4

A. วงจรที่ 1
B. วงจรที่ 2
C. วงจรที่ 4
D. วงจรที่ 2 และ 4
E. วงจรที่ 1 และ 3

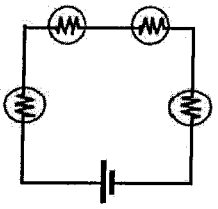
14. ความสว่างของหลอดไฟ A และ B จะเป็นอย่างไร เมื่อนำสายไฟมาเชื่อมต่อระหว่างจุด 1 และ 2

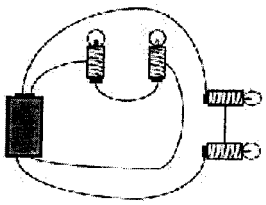


A. หลอดไฟทั้งสองสว่างเพิ่มขึ้น
B. หลอดไฟทั้งสองสว่างลดลง
C. หลอดไฟทั้งสองยังสว่างเท่าเดิม
D. หลอดไฟ A สว่างมากกว่าหลอดไฟ B
E. หลอดไฟทั้งสองดับ

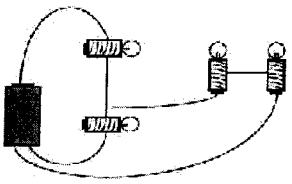
ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

15. การต่อวงจรไฟฟ้ารูปใดแสดงการต่อหลอดไฟดังรูปข้างล่างนี้

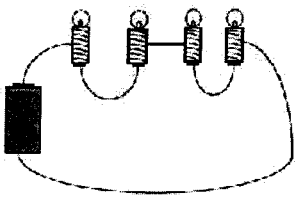




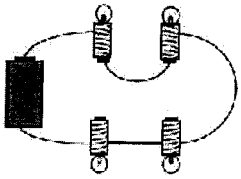
วงจรที่ 1



วงจรที่ 2



วงจรที่ 3

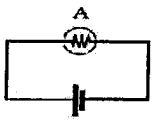


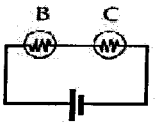
วงจรที่ 4

A. วงจรที่ 2 B. วงจรที่ 3 C. วงจรที่ 4

D. วงจรที่ 1 และ 2 E. วงจรที่ 3 และ 4

16. จงเปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟ A กับหลอดไฟ B หลอดไฟ A จะสว่าง_____หลอดไฟ B





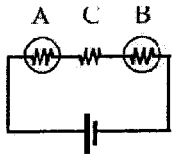
A. เป็นสี่เท่าของ B. เป็นสองเท่าของ

C. เท่ากันกับ D. เป็นครึ่งหนึ่งของ

E. เป็นหนึ่งในสี่ของ

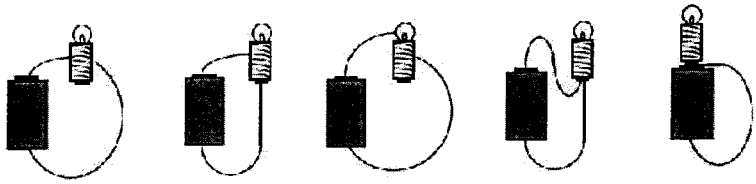
ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

17. ความสว่างของหลอดไฟ A และ หลอดไฟ B จะเป็นอย่างไร เมื่อเพิ่มค่าความต้านทานของตัวต้านทาน C ในวงจรไฟฟ้าดังรูปข้างล่างนี้



A. A สว่างเท่าเดิม แต่ B สว่างลดลง
B. A สว่างลดลง แต่ B สว่างเท่าเดิม
C. A และ B สว่างเพิ่มขึ้น
D. A และ B สว่างลดลง
E. A และ B สว่างเท่าเดิม

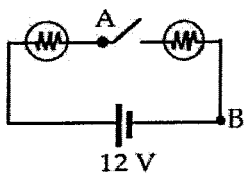
18. หลอดไฟฟ้าในวงจรข้างล่างนี้ สว่างเท่ากันไหมหรือไม่



วงจรที่ วงจรที่ 2 วงจรที่ วงจรที่ 4 วงจรที่

A. ไหม่ เพราะวงจรทั้งหมดมีการเดินสายแบบเดียวกัน
B. ไม่ไหม่ เพราะ มีเฉพาะวงจรที่ 2 เท่านั้นที่สว่าง
C. ไม่ไหม่ เพราะมีเฉพาะวงจรที่ 4 และ 5 เท่านั้นที่สว่าง
D. ไม่ไหม่ เพราะมีเฉพาะวงจรที่ 1 และ 4 เท่านั้นที่สว่าง
E. ไม่ไหม่ เพราะ วงจรที่ 3 ไม่สว่าง แต่ วงจรที่ 1, 2, 4 และ 5 ที่สว่าง

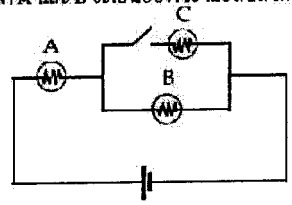
19. ความต่างศักย์ระหว่างจุด A และ B มีค่าเท่าใด



A. 0 โวลต์ B. 3 โวลต์ C. 6 โวลต์ D. 12 โวลต์
E. ไม่มีข้อใดถูก

ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

20. ความสว่างของหลอดไฟฟ้า A และ B จะเป็นอย่างไร เมื่อสับสวิตช์ลง



A. A สว่างเท่าเดิม แต่ B สว่างลดลง

B. A สว่างเพิ่มขึ้น แต่ B สว่างลดลง

C. A และ B สว่างเพิ่มขึ้น

D. A และ B สว่างลดลง

E. A และ B สว่างเท่าเดิม

ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....

กระดาษคำตอบ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อที่	ตัวเลือก				
	A.	B.	C.	D.	E.
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

ภาคผนวก ค
คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน

ตารางที่ ค.1 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	12
2	6	13
3	5	14
4	7	9
5	5	10
6	7	9
7	8	10
8	6	12
9	7	12
10	6	14
11	7	10
12	5	8
13	5	12
14	5	13
15	4	8
16	6	9
17	4	13
18	8	10
19	7	11
20	4	8
21	10	14
22	5	10
23	9	13
24	4	8

ตารางที่ ค.1 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
25	6	10
26	7	8
27	9	10
28	8	13
29	3	11
30	7	15
เฉลี่ย	**6.17**	**10.97**

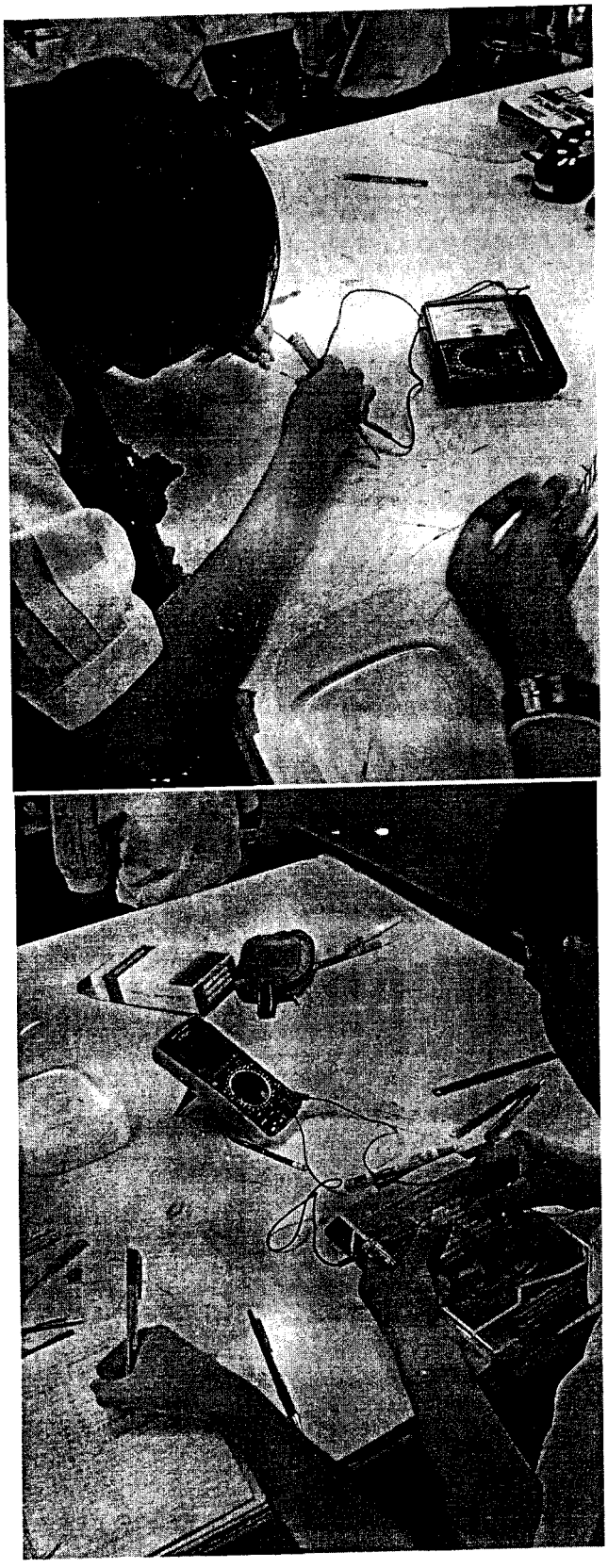
ตารางที่ ค.2 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบในแต่ละข้อคำถามในการทดสอบ

ข้อ	กลุ่ม	คำตอบ (%)					คำตอบที่ถูก
		A	B	C	D	E	
1	Pre	3.33	33.33	3.33	13.33	46.67	D
	Post	6.67	30.00	13.33	23.33	26.67	
2	Pre	20.00	60.00	6.67	10.00	3.33	A
	Post	63.33	30.00	0.00	3.33	3.33	
3	Pre	20.00	10.00	13.33	30.00	26.67	E
	Post	40.00	0.00	3.33	0.00	56.67	
4	Pre	23.33	23.33	16.67	20.00	16.67	B
	Post	10.00	90.00	0.00	0.00	0.00	
5	Pre	53.33	3.33	33.33	10.00	-	C
	Post	3.33	0.00	93.33	3.33	-	
6	Pre	30.00	6.67	6.67	46.67	10.00	D
	Post	10	0.00	0.00	86.67	3.33	
7	Pre	16.67	6.67	46.67	6.67	23.33	E
	Post	3.33	0.00	66.67	6.67	23.33	
8	Pre	0.00	13.33	73.33	3.33	10.00	C
	Post	3.33	6.67	83.33	3.33	3.33	
9	Pre	16.67	40.00	0.00	33.33	10.00	D
	Post	13.33	20.00	6.67	56.67	3.33	
10	Pre	6.67	13.33	26.67	46.67	6.67	C
	Post	10.00	13.33	33.33	36.67	6.67	
11	Pre	10.00	10.00	40.00	30.00	10.00	C
	Post	3.33	10.00	63.33	16.67	6.67	
12	Pre	23.33	16.67	26.67	16.67	16.67	D
	Post	3.33	6.67	23.33	63.33	3.33	
13	Pre	0.00	3.33	43.33	46.67	6.67	C
	Post	0.00	0.00	50.00	46.67	3.33	

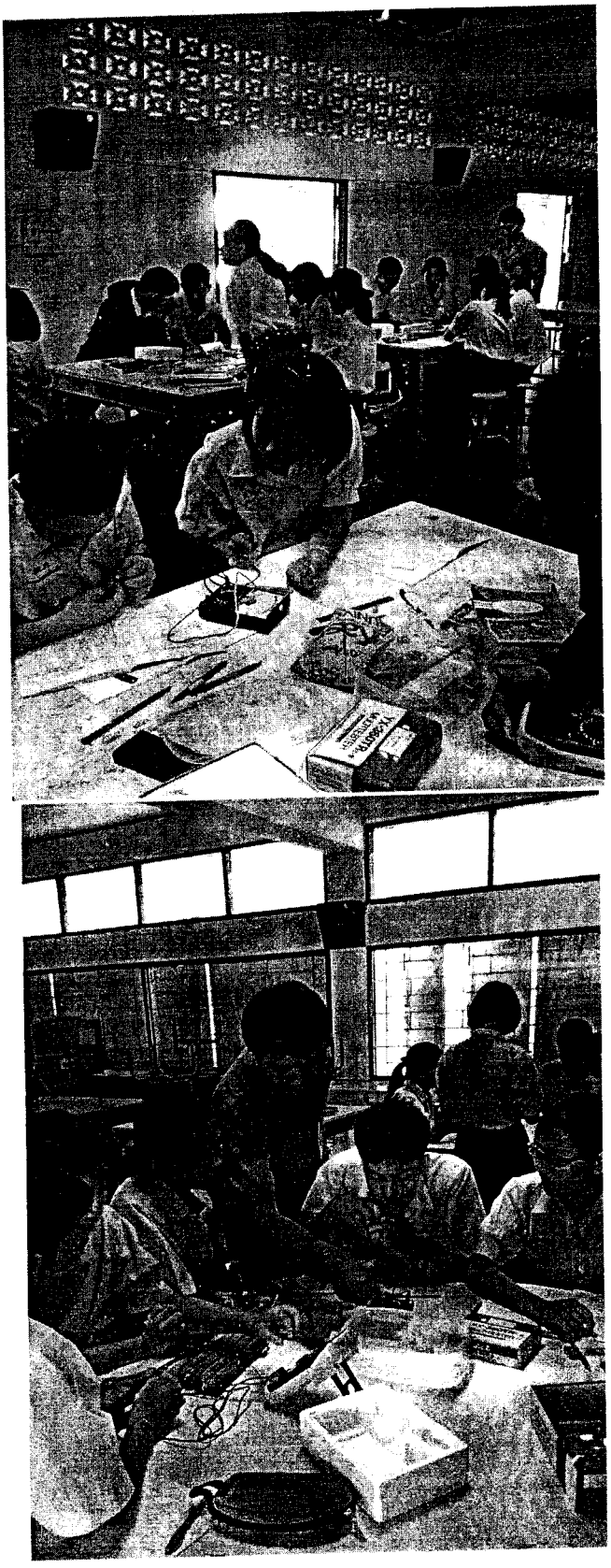
ตารางที่ ค.2 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบในแต่ละข้อคำถามในการทดสอบ (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	คำตอบ (%)					คำตอบที่ถูก
		A	B	C	D	E	
14	Pre	13.33	30.00	50.00	46.67	16.67	C
	Post	3.33	6.67	76.67	10.00	3.33	
15	Pre	0.00	20.00	13.33	3.33	63.33	B
	Post	0.00	36.67	3.33	3.33	56.67	
16	Pre	0.00	6.67	16.67	10.00	6.67	A
	Post	0.00	73.33	16.67	10.00	0.00	
17	Pre	56.67	10.00	6.67	23.33	3.33	D
	Post	46.67	0.00	3.33	46.67	3.33	
18	Pre	10.00	60.00	13.33	3.33	13.33	B
	Post	3.33	86.67	0.00	0.00	10.00	
19	Pre	23.33	10.00	23.33	13.33	30.00	D
	Post	23.33	20.00	10.00	30.00	16.67	
20	Pre	60.00	10.00	6.67	13.33	10.00	B
	Post	56.67	20.00	13.33	10.00	3.33	

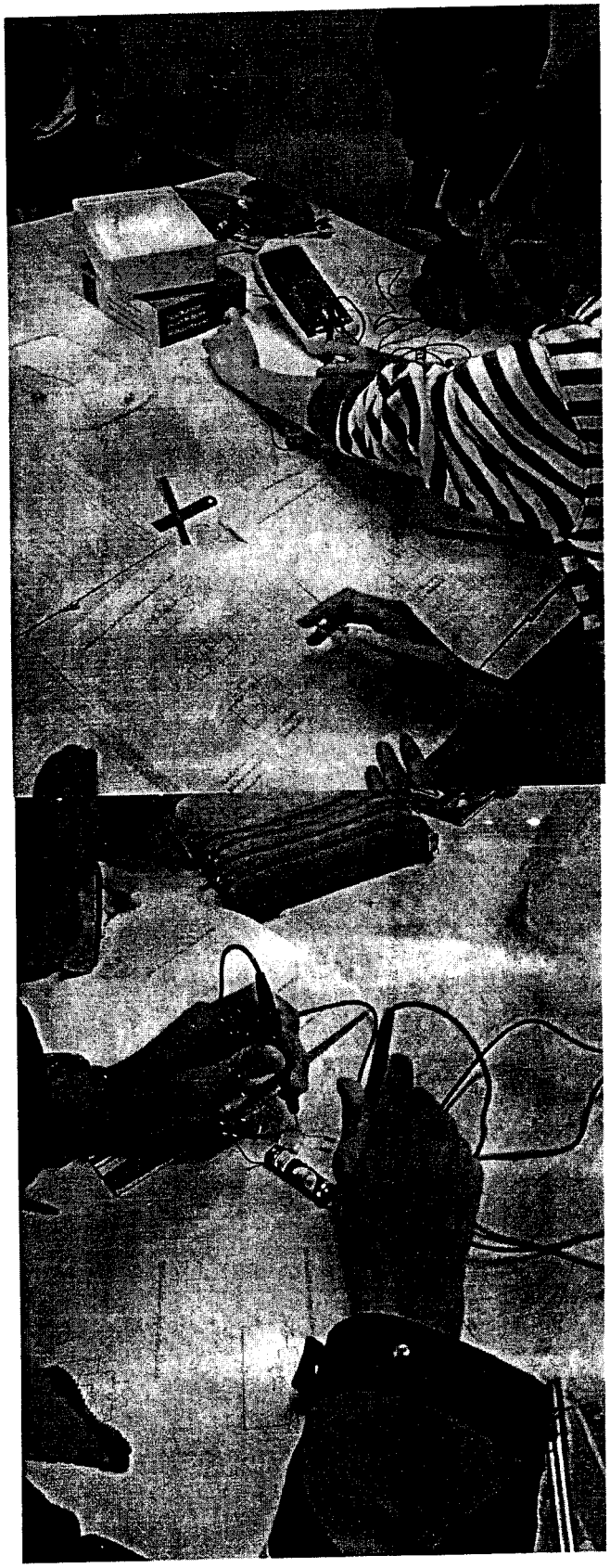
ภาคผนวก ง
ตัวอย่างภาพกิจกรรม



ภาพที่ ง.1 นักเรียนกำลังต่อวงจรไฟฟ้า



ภาพที่ ง.2 นักเรียนกำลังต่อวงจรไฟฟ้าโดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ



ภาพที่ ง.3 นักเรียนกำลังวัดค่ากระแสและความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า

ภาพที่ ง.4 นักเรียนกำลังทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายภูสิทธิ์ จันทนา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2547 – 2550 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
	พ.ศ. 2551 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2552 – ปัจจุบัน
	ครูโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย
ตำแหน่ง	ตำแหน่ง ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย
	อีเมล์ ubumjuntana_m@hotmail.co.th