

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้า  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้  
ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

**THESIS**

**A STUDY LEARNING ACHIEVEMENT IN “ELECTRICITY” FOR  
MATTHAYOMSUKSA 3 STUDENT BY USING EXPERIMENTAL  
PACKAGE IN DIRECT CURRENT CIRCUIT.**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE MASTER OF EDUCATION PROGRAM IN SCIENCE EDUCATION  
OF GRADUATE SCHOOL SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY**

**2013**

**COPPYRIGHT OF SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY**

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
ผู้วิจัย	นางสาวเสาวนิตย์ อินทร์แก้ว ปีการศึกษา 2556
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.อนุมัติ เดชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ศรณ เสนาสวัสดิ์

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้และชุดทดลองวงจรไฟฟ้าให้ได้ประสิทธิภาพของชุดทดลอง 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองนี้ และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพ 80/80 ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ นักเรียนโรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา จำนวน 8 ห้องเรียนและใช้ 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 38 คนสำหรับทดลอง โดยใช้เครื่องมือในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้ชุดทดลองจำนวน 5 แผน รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ 3) แบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และชุดทดลองเท่ากับ 84.69/85.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้าของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.61 และ 25.79 คะแนนตามลำดับ ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น 13.18 คะแนน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยค่าสถิติ Paired Samples t-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 4.23 คะแนน ซึ่งเรียงลำดับในรายละเอียดความพึงพอใจของชุดทดลองคือ การเรียงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติของใบงาน วัสดุซึ่งนำมาสร้างหาได้ง่ายและราคาถูก ความแข็งแรงคงทน ลักษณะทางกายภาพง่ายต่อการนำไปใช้งาน ง่ายต่อการเก็บรักษา และง่ายต่อการติดตั้งอุปกรณ์ในวงจรทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 4.38 4.36 4.22 4.19 3.97 และ 3.92 คะแนนตามลำดับ ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้และชุดทดลองวงจรไฟฟ้าที่ได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีมาก

<b>Thesis Title</b>	A study learning achievement in “Electricity” for Matthayomsuksa 3 student by using experimental package in direct current circuit.
<b>Researcher</b>	Mrs. Saowanit Inkaew <b>Academic year:</b> 2013
<b>Degree</b>	Master of Education Program in Science Education
<b>Advisors</b>	1. Dr. Anumust Deachana 2. Dr. Sathon Senasawast

### Abstract

In, this research is a study of the learning-management of the direct current circuit for Matthayomsuksa 3 student. The direct current circuit is a sub-unit of an electricity-unit in science subject. Which is difficultly understands for most students. The purposes of this Quasi-Experimental Research are to 1) create the lesson-plan and an experimental set of direct current circuit to produce 80/80 efficiency according to the criterion standard 2) compare the sample learning achievement in electricity unit using the experimental set by measuring and evaluating from pre-test and post-test and 3) study student satisfaction towards the experimental set of with 80/80 efficiency according to the criterion standard. The population consisted of 8 classrooms of Matthayomsuksa 3 students in Rattaphum Wittaya School, Rattaphum, Songkhla. The experiment of research was done in the 1stsemester, academic’s year 2013. One classroom of 38 students is used for the research sample. And also, the instruments are measured in the study, 1) 5 lesson-plans of 15 hours in basic electricity-unit together with using the experimental set 2) Learning achievement test and 3) a satisfaction questionnaire towards the experimental set.

The research findings were as following. 1) The efficiency of the lesson plans and the experimental set was 84.69/85.96. Which is higher than 80/80 criterion standard. 2) The average of student learning achievement in electricity before and after the experiments are 12.61 and 25.79 respectively. Which is increase of 13.18. The paired samples t-test is found that the Learning achievement was different with significant of .01 level. And, 3) the student satisfaction towards the experimental set placed at high level with the average score of 4.23. it can be considered in each aspect, the sequenced clarity of the worksheet, the availability and the low cost, the robustness, the physical feature, the suitability to use, the ease of the storage, and the ease in installation of the experimental set with the average score of 4.59, 4.38, 4.36, 4.22, 4.19, 3.97, and 3.92 respectively. Then, the worksheet and the experimental set were developed. And also, it can be used in the learning-management as well.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำและให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จาก ดร.อนุเมติ เดชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.สรณ เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วมและประธานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ ตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ ความเมตตาอย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันท ชาติทอง คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศสลักษณ์ ทองขาว ซึ่งให้คำแนะนำการใช้ภาษาอังกฤษที่ถูกต้องเหมาะสม ดร.สุวรรณี พรหมศิริ เลขานุการหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ เกษราธิคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ รองศาสตราจารย์ทัศนีย์ ประธาน แนะนำความรู้การจัดทำข้อมูลทางสถิติ การถ่ายทอด ความรู้ ประสบการณ์ในงานวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ นายอัสวเดช ทองเกต รองผู้อำนวยการ โรงเรียนรัตภูมิวิทยา นางกชมน สำกำบัง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนรัตภูมิวิทยาและนางอุบล ภักสระ ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ที่กรุณาสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และนายมานพ ศิระดิษพงษ์ ผู้ให้ความรู้การสร้างเครื่องมือจนเสร็จด้วยดี คุณสมเกียรติ แก้วเกาะสะบ้า นักวิจัยสังกัดสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ ที่ได้ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ผลการวิจัยที่ ถูกต้องและชัดเจนอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ โรงเรียนรัตภูมิวิทยา ที่อำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล ให้กำลังใจและขอขอบคุณกลุ่มทดลองในการใช้เครื่องมือในการเรียนการสอน และเห็นความสำคัญร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี รวมถึงเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยและกัลยาณมิตรทุกท่านที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้หมด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้อย่างยิ่ง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงได้รับจากงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบเป็นกตัญญู กตเวทิตาแก่บิดา มารดา บุรพจารย์ ที่ให้ความรัก ความห่วงใย ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

เสาวนิตย์ อินทร์แก้ว

ตุลาคม 2556

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	(2)
กิตติกรรมประกาศ .....	(3)
สารบัญ .....	(4)
สารบัญตาราง .....	(7)
สารบัญภาพ .....	(8)
<b>บทที่ 1 บทนำ .....</b>	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	4
สมมติฐานการวิจัย .....	5
ขอบเขตการวิจัย .....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	7
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>	<b>8</b>
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ...	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .....	9
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ .....	12
ทฤษฎีการเรียนรู้ .....	14
การสอนแบบทดลอง .....	16
การพัฒนาชุดทดลอง .....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	44

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3</b> วิธีดำเนินการวิจัย .....	<b>53</b>
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	53
แบบแผนการวิจัย .....	53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	54
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	54
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	58
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	60
<b>บทที่ 4</b> ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	<b>64</b>
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	64
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	64
ผลการพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง .....	65
ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง .....	69
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง .....	69
คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง .....	70
<b>บทที่ 5</b> สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	<b>72</b>
สรุปผลการวิจัย .....	73
อภิปรายผลการวิจัย .....	74
ข้อเสนอแนะ .....	79
บรรณานุกรม .....	81
ภาคผนวก .....	86
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ .....	87
ภาคผนวก ข หนังสือขออนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ .....	89

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	
- ลักษณะรายวิชา	
- แผนการจัดการเรียนรู้	
- คู่มือครู ประกอบการสอน หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า โดยใช้ชุดทดลอง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	
- เอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียนหน่วยที่ 3 ไฟฟ้า โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง .....	93
ภาคผนวก ง ใบงาน .....	161
ภาคผนวก จ การหาค่าคุณภาพเครื่องมือ .....	216
ประวัติผู้วิจัย .....	233





## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	54
2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง .....	69
3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง .....	70
4 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง .....	71



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย .....	6
2 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ .....	56
3 ลำดับการดำเนินการวิจัย .....	59
4 ตัวอย่างใบงานการทดลอง .....	66
5 ส่วนที่เป็นเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อนาลอก .....	67
6 ส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าและแบบคงที่ .....	67
7 ส่วนของอุปกรณ์ตัวความต้านทานแบบคงที่ .....	68
8 การออกแบบชุดทดลองที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ .....	68



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 22 ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ พัฒนาตนเองได้และมีความสำคัญที่สุด อีกทั้งกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาธรรมชาติเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 กล่าวถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน รวมทั้งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกให้นักเรียนมีทักษะ กระบวนการคิด การจัดการและเผชิญสถานการณ์ รวมถึงการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

การจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน โดยผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวก เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และยึดนักเรียนเป็นสำคัญรวมถึงมาตรา 65 ต้องส่งเสริมให้บุคลากรมีการพัฒนาทั้งด้านการผลิตและการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา เพิ่มพูนความรู้ ความสามารถและทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพและประสิทธิภาพอีกด้วย (กรมวิชาการ, 2546: 6-15) ต้องการให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากสื่อ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่อยู่ในท้องถิ่น ชุมชน สังคมและประเทศชาติ เน้นสื่อที่ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อความที่ว่า มนุษย์สร้างความรู้ได้ด้วยตนเองเพราะมนุษย์มีสติปัญญา (Piaget, 1970) ผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาสื่อการเรียนขึ้นเองหรือนำสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวทั้งในและนอกระบบสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอนได้

วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปัจจุบันยังคงเป็นวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักของโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตลอดจนในด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง อีกทั้งเป็นการวางรากฐานวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับชั้นให้ต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมามีอยู่ระดับต่ำกว่าเกณฑ์ของคะแนนเต็ม ตัวนักเรียนมีทักษะการปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและการเชื่อมโยงความรู้เรื่องกฎ ทฤษฎี เรื่องไฟฟ้าไม่ชัดเจน ส่วนหนึ่งมาจากสื่อการสอนในกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ไม่เพียงพอ

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจัดให้มีสื่อประกอบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมนักเรียนในด้านความคิด อย่าง เป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ แก้ไขปัญหา อย่างเป็นระบบ ตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและสามารถตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้ เทคโนโลยีการสืบค้นข้อมูลให้เป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ตระหนัก ถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล ผลกระทบซึ่งกันและกัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี อย่างสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552)

แม้เป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้รับการปรับปรุงแก้ไขมาโดยตลอด แต่ในปัจจุบันยังพบอุปสรรคอีกมากมาย ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ยากทำให้มีปัญหาในการเรียนรู้และมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่ประสบความสำเร็จ เท่าที่ควร ซึ่งสามารถดูได้จากผลการทดสอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่อยู่ใน ระดับต่ำกว่ามาตรฐาน กล่าวคือผลการทดสอบของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 Ordinary National Educational Test หรือ O-NET ปี พ.ศ. 2551–2555 ในระดับประเทศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 39.44, 56.70, 29.17, 32.19 และ 35.37 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าของนักเรียน โรงเรียนรัตภูมิวิทยาในช่วงปี พ.ศ. 2551 – 2555 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 34.87, 26.24, 28.18, 25.00 และ 29.50 ตามลำดับ ซึ่งผลการสอบดังกล่าวต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม จึงควรพัฒนาการเรียนการสอนเป็นไปอย่างยั่งยืน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2550-2555) นอกจากนี้งานวิจัยของ อิศวรรฐ นามะกันคำ (2550: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบความเข้าใจ เชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสายสามัญกับนักเรียน สายอาชีพของอาชีวศึกษา ซึ่งพบว่านักเรียนสายอาชีพมีความเข้าใจในแนวความคิดรวบยอดเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยรวมดีกว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสายสามัญ โดยเฉพาะใน ด้านที่จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ของการลงมือปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ และยังชี้ให้เห็นว่าใน กระบวนการเรียนการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงควรให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งพันธะหรือตัวเชื่อมระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองจะเข้มแข็งขึ้นเมื่อได้ทำบ่อย ๆ (Thomdike, 1960) กระบวนการสอนที่มุ่งเน้นการเรียนโดยวิธีท่องจำเพื่อสอบมากกว่ามุ่งให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และ แสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง การสอนแบบบรรยายมากกว่าการปฏิบัติ ทำให้เด็กไทยจำนวนมากคิด ไม่เป็นไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่รู้วิธีการเรียนรู้ที่ถูกต้อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2549) ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาสถานศึกษาโดยภาพรวมจากผลการประเมิน

คุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานรอบแรกและรอบที่สอง (พ.ศ. 2549 – 2553) ของสำนักรับรองมาตรฐานและคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) กล่าวคือสถานศึกษาควรเร่งพัฒนา นักเรียนให้มีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร โดยให้ผู้สอนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ร่วมประชุม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ฝึกทักษะให้นักเรียนทุกครั้งที่เรียน และไปศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน การสร้างบรรยากาศ ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในทุก ๆ กิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ที่จำเป็นตามหลักสูตรและส่งผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้สูงขึ้น โดยเฉพาะสื่อการเรียนการสอนควรมีการวิเคราะห์ จัดให้เหมาะสมและเอื้อต่อ การเรียนรู้ (สำนักรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2552)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษามีบทบาทสำคัญใน การสอน โดยเฉพาะการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเพื่อให้มีความเหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้า ที่ต้องทำให้นักเรียนมีความรู้ด้านทฤษฎีและปฏิบัติอย่างแท้จริง สามารถ ประยุกต์เข้ากับสิ่งแวดล้อมรอบตัว มีสติปัญญาและไหวพริบสูง เป็นการพัฒนาทัศนคติที่ดีของนักเรียน เสริมสร้างทัศนคติที่ดีต่องานที่ตนเองรับผิดชอบ ด้วยการสอนแบบทดลอง (Laboratory Instruction) และจากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการสอนมาหลายปีพบว่า มีผู้สอนจำนวนน้อยมากที่เห็นความสำคัญ ของการวิเคราะห์เนื้อหาที่นำไปสู่การพัฒนา รูปแบบของสื่อการเรียนและวิธีการสอนแบบทดลองเพื่อให้ ความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและนโยบายของสถานศึกษา การสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจำนวนมากขาดความเข้าใจที่ดีพอในเรื่องความหมาย วัตถุประสงค์และการบริหารงานของ การสอนแบบทดลองเนื้อหาที่ใช้สอนการทดลองไม่เหมาะที่จะให้ผลครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรม ที่ควรมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการที่จะสอนทฤษฎีและปฏิบัติเข้าด้วยกัน ในการสอนปัจจุบันยังคงอยู่ มีรูปแบบการสอนที่พัฒนาความสามารถในวงแคบ ขาดการทำทฤษฎี การสร้างแรงจูงใจและขาดการ ติดต่อประสานงานกันระหว่างผู้ที่มีความรู้ทางทฤษฎีและผู้ที่มีความสามารถทางการปฏิบัติ เป็นผลให้ การเรียนการสอนในห้องทดลองไม่กว้างขวางเท่าที่ควร ขาดการออกแบบและการสร้างงานทดลอง จากผู้มีประสบการณ์ (Laboratory Experience) ผู้สอนขาดข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเทคนิค การสอนที่เหมาะสม นักเรียนขาดเอกสารที่เสริมความรู้ (Instruction Supporting Material) ที่เกี่ยวข้องกับ งานทดลอง สภาพของห้องปฏิบัติการไม่เหมาะสม เครื่องมือและอุปกรณ์ขาดความเที่ยงตรง ใบบาง ทดลองขาดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถของนักเรียน และขาดการประเมินผลที่เหมาะสม การสอน ขาดสิ่งแวดล้อมที่จะช่วยสร้างประสบการณ์จริง ขาดการเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารและสังคม ซึ่ง พรชัย อุ่มอั้งวะ (2548) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองพร้อมใบบางทดลองและชุดทดลอง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง และได้สรุปสาเหตุทั้งหมด ของการทดลองในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

1. งบประมาณในการสอนปฏิบัติการทดลอง ใช้งบประมาณค่อนข้างสูงส่วนใหญ่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ งบประมาณที่จำกัดทำให้ได้ชุดทดลองไม่เพียงพอกับจัดการเรียนการสอน
2. เครื่องมือและอุปกรณ์เกิดความเสียหายจากการทดลองของนักเรียน เนื่องจากไม่ระมัดระวังในการปฏิบัติการทดลองเพราะนักเรียนและผู้สอนเองไม่มีความคุ้นเคยในเครื่องมือ นั้น ๆ
3. รูปแบบการเรียนการสอนและสื่อในการเรียนไม่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการปฏิบัติ เช่นเดียวกัน

จากประสบการณ์และสภาพปัญหาที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายจัดการเรียนสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สรุปได้ว่าต้องมีการพัฒนาสื่อประกอบการสอน จึงต้องการสร้างชุดทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรงเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน การฝึกปฏิบัติจริง มีจำนวนสื่อประกอบการสอนที่เพียงพอเหมาะสมกับการเรียนรู้ ได้เห็นของจริง ปฏิบัติจริง เข้าใจทั้งทฤษฎีและทำจริง ก่อให้เกิดความรู้ที่ชัดเจนมากขึ้น สามารถหาประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและง่ายต่อการสร้างความเข้าใจในการเรียนรู้ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ติดตั้งอยู่กับชุดทดลองและช่วยแก้ปัญหาเรื่องการจัดหาเครื่องมือลดปัญหาความล่าช้าในการจัดการเรียนการสอนและต้องการให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้น โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นสามารถแสวงหาความรู้เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง (Good, 1973) สามารถนำเนื้อหาและทักษะในการทดลองของวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ไปประยุกต์ใช้งานทดลองที่เกี่ยวข้องต่อไปได้และเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนมากขึ้นกว่าเดิม

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อสร้างชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ให้ได้ประสิทธิภาพของชุดทดลองตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

## สมมติฐานของการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

## ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร
 

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 280 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง
 

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

### เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรงและความพึงพอใจในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 5: พลังงาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ไฟฟ้า ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) โดยมีเนื้อหา ดังนี้

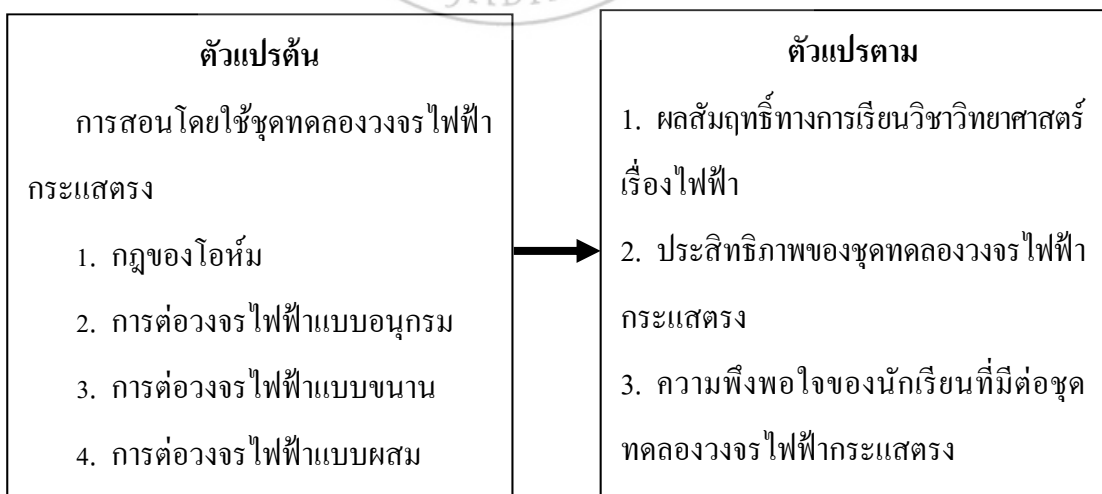
1. กฎของโอห์ม
2. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
3. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
4. การต่อวงจรแบบผสม

### ระยะเวลา

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ใช้เวลา 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ สอนด้วยตนเอง

### กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



## นียมศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้า หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ไฟฟ้า โดยสามารถวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัยซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึง ชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สำหรับใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าเกี่ยวกับ กฎของโอห์ม การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน และการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม โดยที่นักเรียนมีส่วนร่วม คือ ทำการทดลองบันทึกผลการทดลอง ใบงานการทดลองและคำนวณค่าต่าง ๆ จากการทดลองเปรียบเทียบกับทฤษฎี

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนที่เรียน โดยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่พัฒนาขึ้นมา การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

4. ช่วยลดจำนวนการสั่งซื้ออุปกรณ์การทดลองราคาแพงจากต่างประเทศและฝีกทักษะในการต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียนได้

## บทที่ 2

### เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสดตรงนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลต่าง ๆ ในประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545
2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. ทฤษฎีการเรียนรู้
5. การสอนแบบทดลอง
6. การพัฒนาชุดทดลอง
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (กรมวิชาการ, 2546: 12-14) ได้กำหนดแนวการจัดการศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนไว้ในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 มาตรา 24 และมาตรา 26 ไว้ดังนี้

มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการโดยจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นและทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ

สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและนักเรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ

มาตรา 26 ให้สถานศึกษาจัดการประเมินนักเรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของนักเรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา ให้สถานศึกษาใช้วิธีการที่หลากหลายในการจัดสรร โอกาสการเข้าศึกษาต่อ และให้นำผลการประเมิน นักเรียนตามวรรคหนึ่ง มาใช้ประกอบการพิจารณาด้วย

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถ เรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้โดย จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัด ของนักเรียนและให้สถานศึกษาจัดการประเมินนักเรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของนักเรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา

### **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ช่วยทำให้เกิดการพัฒนา การเรียนรู้ของนักเรียนที่ชัดเจน ซึ่งจะสามารถช่วยให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาร่วมกันพัฒนาหลักสูตร อย่างมั่นใจ ทำให้การจัดทำหลักสูตรในระดับสถานศึกษามีคุณภาพและมีความเป็นเอกภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยในเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และช่วยแก้ปัญหาการเทียบโอนระหว่างสถานศึกษา ดังนั้นในการพัฒนาหลักสูตรทุกระดับตั้งแต่ระดับชาติจนกระทั่งถึงระดับสถานศึกษาจะต้องสะท้อนคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งเป็นกรอบทิศทางในการจัดการศึกษาทุกรูปแบบ และครอบคลุมนักเรียนทุกกลุ่มเป้าหมายในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานการจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

ที่คาดหวังได้ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติ ชุมชน ครอบครัว และบุคคลต้องร่วมรับผิดชอบ โดยร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องในการวางแผน ดำเนินการ ส่งเสริมสนับสนุน ตรวจสอบ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาเยาวชนของชาติไปสู่คุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ อันมีองค์ประกอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

### หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

### จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

### สมรรถนะสำคัญของนักเรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

#### 1. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตเป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

## 2. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 2.3 มีวินัย
- 2.4 ใฝ่เรียนรู้
- 2.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 2.7 รักความเป็นไทย
- 2.8 มีจิตสาธารณะ

สรุปได้ว่าสถานศึกษาต้องสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

## หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญและคุณภาพนักเรียนไว้ดังนี้

### สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจร ไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิศวกรรมของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบน โลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และ โลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

### คุณภาพนักเรียน

คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียด ดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้
8. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

## ทฤษฎีการเรียนรู้

ความหมายของทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียด ดังนี้

1. **ทฤษฎีการเรียนรู้การเรียนรู้** คือกระบวนการที่ทำให้คนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความคิดคนสามารถเรียนรู้ได้จากการ ได้ยินการสัมผัส การอ่าน การใช้ การเรียนรู้ของเด็กและผู้ใหญ่จะต่างกัน เด็กจะเรียนรู้ด้วยการเรียนในห้อง การซักถาม ผู้ใหญ่มักเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ที่มีอยู่ แต่การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากประสบการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ โดยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและนักเรียน ผู้สอนจะเป็น



ผู้ที่สร้างบรรยากาศทางที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ที่จะให้เกิดขึ้นเป็นรูปแบบใดก็ได้เช่น ความเป็นกันเอง ความเข้มงวดกวดขันหรือความไม่มีระเบียบวินัย สิ่งเหล่านี้ผู้สอนจะเป็นผู้สร้างเงื่อนไข และสถานการณ์เรียนรู้ให้กับนักเรียน

ดังนั้น ครูผู้สอนจะต้องพิจารณาเลือกรูปแบบการสอนรวมทั้งการสร้างปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) ซึ่งเป็นระดับล่างสุด ความเข้าใจ (Comprehend) การประยุกต์ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) สามารถแก้ปัญหา ตรวจสอบได้ การสังเคราะห์ (Synthesis) และนำส่วนต่างๆเหล่านี้มาประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ให้แตกต่างจากรูปเดิม เน้น โครงสร้างใหม่ การประเมินค่า (Evaluation) วัดได้ และตัดสินใจได้ว่าอะไรถูกหรือผิด ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด (Bloom, 1956) นอกจากนี้การเรียนรู้ต้องอาศัยความต่อเนื่อง (Continuity) ซึ่งในวิชาทักษะนั้นต้องเปิดโอกาสให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรมและประสบการณ์บ่อย ๆ อย่างต่อเนื่องกัน

**2. ทฤษฎีการสร้างความรู้ใหม่** ซึ่งมีหลักการว่า การเรียนรู้ คือ การแก้ปัญหา ซึ่งขึ้นอยู่กับ การค้นพบ ของแต่ละบุคคล และนักเรียนจะมีแรงจูงใจจากภายใน นักเรียนจะเป็นผู้กระตือรือร้น มีการควบคุมตนเองและเป็นผู้ที่มีการตอบสนองด้วยจุดมุ่งหมายของการสอนจะมีการยึดหยุ่น โดยยึด หลักว่า ไม่มีวิธีการสอนหรือการออกแบบการสอนใดที่ดีและสมบูรณ์แบบที่สุด

ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนก็ควรจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับการสร้างความคิด หรือปัญญาให้เป็นเครื่องมือ สำหรับนำเอาสิ่งแวดล้อมของการเรียนที่มีประโยชน์มาช่วยให้เกิดการสร้างความรู้แก่นักเรียน การนำเอาทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีการสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองมาใช้จะต้องคำนึงถึงเครื่องมืออุปกรณ์การสอนด้วย เพราะทฤษฎีเหล่านี้เหมาะสำหรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการหาความรู้ด้วยตนเองและแนวคิดของทฤษฎีนี้ นักเรียนจะมีการปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม บุคคล เหตุการณ์ และสิ่งอื่น ๆ นักเรียนจะปรับตนเองโดยการดูดซึม สร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่และหากระบวนการของความสมดุล เพื่อให้รับความรู้เพิ่มเติมของสิ่งแวดล้อมหรือความจริงใหม่เข้าสู่ความคิดของตนเองได้ ในการนำเสนอหรืออธิบายความจริงที่นักเรียนได้ปฏิบัติ หรือสร้างขึ้นอาจแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล นักเรียนอาจมีผู้ให้คำปรึกษา เช่น ครูผู้สอนหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้ได้สร้างความหมายต่อความจริงหรือ ความรู้ที่นักเรียนได้รับเอาไว้ แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้ ทักษะจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ การออกแบบการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเอง ผู้สอนต้องให้บริบทการเรียนรู้ที่มีความหมาย เพื่อสนับสนุน แรงจูงใจภายในของนักเรียนและการควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองนี้จะไม่เน้นการให้เนื้อหาที่นักเรียนจะต้องเรียนมากที่สุดแต่เน้นที่ทักษะ การปฏิบัติจริงด้วยตัวนักเรียนเองและประสบการณ์ของนักเรียนลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของบลูมซึ่งได้อธิบายเกี่ยวกับ Constructivism ไว้คือ การที่นักเรียนไม่รับเอา หรือเก็บเอาไว้แต่เฉพาะข้อมูลที่ได้รับ แต่ต้องแปลความของข้อมูลเหล่านั้น โดยประสบการณ์และเสริมขยาย ตลอดจนทดสอบการแปลความนั้นด้วย

### การสอนแบบทดลอง

การสอนแบบทดลอง จากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีทดลองในสาขาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สารเคมีในการตรวจสอบวิเคราะห์ ต่อมากลายเป็นกระบวนการสอนที่อาศัยการทดลองเครื่องมือและวัสดุต่างๆ ในปัจจุบันการสอนแบบทดลองมิได้ใช้ในเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังใช้ในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ สังคมศาสตร์ ภาษาศาสตร์ อาชีวศึกษาและธุรกิจศึกษาด้วยในการสอนแบบนี้นักเรียนจะมีโอกาสได้ทำการทดลองโดยทั่วถึงกันและสามารถหาข้อเท็จจริงได้ด้วยตนเอง

#### ความหมายของคำว่า "การสอนทดลอง"

กาญจนา เกียรติประวัติ (2544: 86) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนทดลอง หมายถึง กระบวนการสอนที่ต้องการให้เกิดประสบการณ์ตรงกับนักเรียน ทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ จากผลผลิตหรือข้อเท็จจริง จากการสังเกตและการปฏิบัติการทดลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ในบางครั้งจะทดลองเพื่อพิสูจน์กฎเกณฑ์ที่บุคคลอื่นค้นพบแล้ว เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของกฎเกณฑ์นั้น

ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ (2536: 7-8) ได้กล่าวว่า การสอนทดลองยังหมายถึง วิธีการสอนที่ทำให้เกิดประสบการณ์ตรงที่เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติ หรือการศึกษาข้อเท็จจริงจากภาคทฤษฎีที่ได้มีผู้ค้นพบมาแล้ว โดยผู้เรียนทำการทำการทดลองและหรือ โดยวิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาแล้วสรุปถึงข้อเท็จจริงตามทฤษฎี

สุพิน บุญชูสงค์และชูชาติ เชนฉลาด (2535: 48-50) ได้ให้นิยามของการทดลอง (Experiment) ไว้ว่า "การทดลองนั้น ต้องการให้ผู้เรียนมีความฉลาด ในการใช้เครื่องมือทำงาน รู้จักสังเกตหาข้อมูลจากสถานการณ์จริงและสามารถสรุปผลจากการศึกษาค้นพบได้อย่างถูกต้อง"

สัว์ฒัน นิชมค้ำ (2531: 500-591) ได้ให้ความหมายของการสอนทดลองไว้ว่า เป็นการสำรวจค้นหาสิ่งที่เราไม่รู้มาก่อน ด้วยการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ที่สุด การสำรวจค้นหาข้อมูลนั้นอาจจะเป็นการสำรวจหาโนมติกของสิ่งต่าง ๆ หลักการ กฎ สูตร ทฤษฎี วิธีการค้นหาอาจจะมีการตั้งสมมติฐานหรือ อาจจะไม่มีการตั้งสมมติฐานก็ได้ การค้นหานั้นอาจมีการทดลองแบบแบ่งกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ หรืออาจไม่มีกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบก็ได้ แต่การทดลองทุกประเภทจะประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน คือ กิจกรรมขั้นการออกแบบวงจรกับกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลอง

บุญชม ศรีสะอาด (2547: 68) ได้ให้ความหมายการสอนทดลอง คือ การสอนที่ให้ผู้กระทำกิจกรรม การเรียนภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยการทำการทดลองปฏิบัติโดยผ่านการสังเกต การทดลองสภาพที่ควบคุมไว้

Leignbody และ Kidd (1969) การสอนทดลองเป็นการปฏิบัติแบบหนึ่ง ที่มุ่งให้ผู้เรียนรู้หลักการและข้อเท็จจริง จากสิ่งที่คนอื่นได้ค้นพบไว้แล้ว เป็นการทบทวนและพิสูจน์ว่าเป็นจริงตามทฤษฎีที่ตั้งขึ้น ไม่ว่าจะการทดลองนั้นจะเกิดเมื่อไรเวลาใดก็ตาม ข้อเท็จจริงนั้นก็เปลี่ยนแปลง

ชัชวาลย์ มูลศรี (2550: 8) ได้ให้ความหมายของการสอนทดลอง ไว้ว่าการสอนทดลอง (Laboratory Instruction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียน ได้รู้จักสังเกต สามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีการค้นพบมาแล้ว รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองแก้ปัญหาที่งานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้โดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงจากปฏิบัติการทดลอง

ชูศักดิ์ เปลี้นภู (2545) ได้ให้ความหมายของ การสอนทดลอง (Laboratory Instruction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนพยายามสร้างกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อนักเรียน ได้สัมผัสและได้รับประสบการณ์จากการปฏิบัติการทดลองรวมทั้งเพื่อนักเรียนแก้ปัญหา พิสูจน์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่ได้มีการค้นพบแล้วและเกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติ สามารถพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือ รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะทำการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาโดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลอง ส่วนผู้สอนจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของใบงานทดลอง (Lab Sheet) ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นการทดลองผลการทดลอง รวมทั้งคำถามปัญหาและสิ่งอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในการทดลอง จากนั้นผู้สอนจะทำการควบคุมการทดลองจนกระทั่งนักเรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเองและจะทำการอภิปรายผลการทดลองร่วมกันระหว่างนักเรียนและผู้สอน ซึ่งการสอนแบบนี้จะทำให้ให้นักเรียน ได้มีโอกาสทำการทดลองทั่วถึงกัน

จึงสามารถสรุปได้ว่า การสอนทดลองเป็นวิธีการสอนที่จัดรูปแบบประสบการณ์ให้นักเรียนได้รับโอกาสฝึกทักษะให้เกิดความสามารถทั้งทางสมองและทางร่างกายจากการนำความรู้ในการเรียนภาคทฤษฎีไปสู่ภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นการพิสูจน์ข้อเท็จจริงสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนหรืออาจทำให้เกิดความรู้ใหม่จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในการทดลองที่แตกต่างไปจากทฤษฎีที่กล่าวไว้ พร้อมทั้งเป็นการสร้างจินตนิมิตและทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

### จุดมุ่งหมายของการสอนทดลอง

นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนทดลองไว้ ซึ่งแต่ละท่านได้อธิบายรายละเอียดของจุดมุ่งหมายการสอนดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2544: 96) ได้ให้จุดมุ่งหมายของการสอนทดลองไว้ 6 ประการได้แก่

1. เพื่อเรียนรู้ด้านวิชาการ ในการสอนครูอาจจะสาธิตวิธีการเฉพาะ อย่างให้นักเรียนสังเกต แต่ต้องให้นักเรียนมีโอกาสทดลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเองด้วย
2. เพื่อฝึกทักษะ การปฏิบัติการชนิดนี้จะต้องจัดเวลาและสถานที่สำหรับให้นักเรียนเพื่อฝึกทักษะให้คล่องแคล่ว สำหรับนำไปใช้แก้ปัญหาได้
3. เพื่ออธิบายหลักการ การปฏิบัติในแวนนี้เป็นการขยายความสิ่งที่ได้ยินด้วยการบอกนักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาใช้กับปัญหาจริง
4. เพื่อรวมข้อมูลและแปลความหมาย ให้นักเรียนมีโอกาสรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่ แล้วสรุปผลหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อฝึกให้ใช้เครื่องมือประสบการณ์ ในห้องปฏิบัติการหรือโรงฝึกงานจำนวนมากเป็นการสอนให้นักเรียนหัดใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน
6. เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์ เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ต่าง ๆ จากการเรียนและได้แสดงความคิดเห็นด้วย

เนื่องจากการจัดการสอนในห้องทดลองนั้นเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบมากมาย ตั้งแต่เนื้อหาสาระ อุปกรณ์เครื่องมือ และวัสดุ บุคลากรระดับต่าง ๆ หลายฝ่าย การเงิน สถานที่และองค์ประกอบอื่น ๆ อีกมากมายอันเป็นผลให้กิจกรรมนี้มีอัตราการลงทุนสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการสอนลักษณะอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้กิจกรรมการนี้มีผลลัพธ์คุ้มค่ากับงบประมาณ และแรงงานที่เสียไปดังนั้น การที่จะให้กิจกรรมการสอนการทดลองดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรมีการกำหนดจุดมุ่งหมายที่กว้างและครอบคลุมพฤติกรรมที่ควรพัฒนา พฤติกรรมดังกล่าวนี้ควรจะเป็นอะไรและพัฒนาได้อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ของสิ่งแวดล้อม รวมทั้งองค์ประกอบและศักยภาพของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่ง

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู (2545) ได้อธิบายจุดมุ่งหมายของการสอนทดลอง ไว้ 4 ประการ คือ มีดังนี้

1. เน้นให้นักเรียนพัฒนาความสามารถทางทฤษฎี (Cognitive abilities) หมายถึง การพัฒนาความสามารถทางสมองที่เกิดจากการนำเอาเนื้อหาวิชาในศาสตร์ตั้งแต่ข้อเท็จจริง (Factual Information) ความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ในศาสตร์ต่าง ๆ ในศาสตร์เข้ามาใช้ในการปรับและติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ ในขณะที่ทดลอง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของสมองกับกิจกรรมการทดลองทำให้เกิดความคิดหลายรูปแบบ เช่น ความคิดริเริ่ม (Initiative) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) การคิดไตร่ตรอง (Reflexive) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เกิดการระลึกและทบทวนถึงสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวกับผลลัพธ์ของการทดลอง ประสบการณ์เหล่านี้ มีผลต่อความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จำเนื้อเรื่องได้นาน เกิดความสามารถในการประยุกต์ใช้งาน และความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ปฏิภิกิริยาที่เกิดขึ้น เป็นการพัฒนาความสามารถทางสมองจากการปฏิบัติการในห้องทดลอง ที่จะค่อย ๆ สั่งสมทีละน้อย จนในที่สุดจะเป็นความสามารถในระดับ Reproductive หรือ Productive Skill ได้ง่าย พฤติกรรมความสามารถทางทฤษฎีที่ได้จากการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.1 ขยายความรู้ที่ได้จากการเรียนในชั้นเรียน (ความรู้ในกฎ สูตร และการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์)

1.2 เห็นความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับปฏิบัติ (Theory Verification)

1.3 พัฒนาความสามารถในการพยากรณ์ผลลัพธ์

1.4 พัฒนาความสามารถในการประยุกต์หลักการต่าง ๆ

1.5 พัฒนาความสามารถในการสรุปผล (Generalization)

2. เน้นให้นักเรียนพัฒนาความสามารถเฉพาะตัว หมายถึง ความสามารถที่สะสมในตัวบุคคล อันเกิดจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนทฤษฎี ภาคนปฏิบัติ ภาคประยุกต์ ความสามารถเหล่านี้ ได้แก่ ความคล่องตัวในการปฏิบัติงานต่าง ๆ ความสามารถในการใช้กลวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ ตลอดจนการมีไหวพริบและปฏิภาณในการทำงาน ความสามารถดังกล่าวประกอบด้วย

2.1 ความสามารถในการวัดและการสังเกตปรากฏการณ์

2.2 ความสามารถในการสรุปผล จากการสังเกต จากการวัดผล และจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง

2.3 ความสามารถในการสร้างระบบแก้ไขปัญหด้วยตนเองและพัฒนาความมั่นใจในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

2.4 พัฒนาความสามารถในการจัดระบบการเก็บและบันทึกข้อมูลที่เหมาะสม

2.5 พัฒนาทักษะทางปฏิบัติ เช่น การต่อวงจรไฟฟ้าจากอุปกรณ์การทดลองติดตั้งและดำเนินงานเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัด (Setting and Handling Equipment)

2.6 ความสามารถในการพัฒนาระบบวิธีการทดสอบ วิธีการวางแผน รวมทั้งความสามารถในการปรับ หรือแก้ไขขั้นตอนการทดลองให้เหมาะสมกับสถานการณ์

3. เน้นนักเรียนให้เกิดประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์หมายถึง ความรอบรู้ในลักษณะ รูปร่าง ประเภท การทำงาน คุณสมบัติ ขีดจำกัด ตลอดจนขั้นตอนวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุ กระบวนการ ความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถพัฒนาได้จากการปฏิบัติงานในห้องทดลองโดยพฤติกรรมดังกล่าวประกอบด้วย

3.1 การสร้างความคุ้นเคยเกี่ยวกับเครื่องมือ วัสดุ

3.2 การสร้างความเข้าใจ (Realize) ในข้อจำกัดของเครื่องมือและวัสดุ รวมทั้งพัฒนาความสามารถในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ ได้อย่างปลอดภัย

3.3 การพัฒนาความสามารถในการเลือกเครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุ และวิธีการทดลองที่เหมาะสม

3.4 การพัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการค้นหาแหล่งข้อผิดพลาด และสามารถจำกัดข้อผิดพลาดนั้นในโอกาสต่อไปได้

3.5 การสร้างความตระหนักถึงมาตรการของความปลอดภัยในการทำงาน และมีวิธีการสังเกต การใช้อุปกรณ์ ด้วยความปลอดภัย

4. เน้นพัฒนาความสามารถทางสังคม หมายถึง ความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร การสร้างความเข้าใจอันดีให้กับตัวเองและผู้อื่น ตลอดจนการสร้างมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ความสามารถเหล่านี้เป็นผลลัพธ์โดยอ้อมที่เกิดจากการเรียนรู้จากแหล่งการเรียนรู้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการเรียนรู้ภาคปฏิบัติในห้องทดลอง ความสามารถดังกล่าว ประกอบด้วย

4.1 พัฒนาความสามารถในการเขียนรายงาน

4.2 การพัฒนาความสามารถในการแสดงออกของความต้องการความตั้งใจ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแสดงออกซึ่งความรู้ความสามารถอย่างเหมาะสม

4.3 การพัฒนาความสามารถของการทำงานเป็นทีม ได้ทั้งในลักษณะผู้นำและสมาชิกในกลุ่ม จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปจุดมุ่งหมายของการจัดการสอนทดลองได้ว่า เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถทางทฤษฎี ความสามารถด้านการปฏิบัติในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งความสามารถทางสังคมด้วย

### รูปแบบและหลักการสอนทดลอง

รูปแบบและหลักการสอนทดลองของนักการศึกษา ได้จัดรูปแบบการสอนทดลองไว้หลายลักษณะและมีการจัดการเรียนการสอนทดลองแตกต่างกันดังนี้ ประดับ เรืองมาลัย (2524: 90) ได้จำแนกรูปแบบการให้นักเรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท โดยยึดการจัดกิจกรรมในการทดลองเป็นหลักดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structure Laboratory)
2. การทดลองแบบไม่มีกำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory)

การทดลองแบบสำเร็จรูปคือการสอนที่นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งในคู่มือการทดลอง (Lab Direction) ก็สามารรถได้คำตอบ การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางนี้ นักเรียนจะค้นหาคำตอบเอง โดยผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาหรือให้นักเรียนตั้งขึ้นช่วยกันกำหนดปัญหา ช่วยกันวางแผนในการแก้ไขปัญหา โดยออกแบบในรูปของการอภิปรายก่อนการทดลอง เมื่อได้แนวทางในการทดลองมาแล้ว นักเรียนแต่ละคนก็จะแยกย้ายไปทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายอีกครั้ง การทดลองแบบนี้จะช่วยส่งเสริมความคิดแก่นักเรียน ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงพี่เลี้ยงคอยแนะนำ อาจจะเรียกการทดลองแบบนี้ที่นักเรียนยังไม่ทราบคำตอบล่วงหน้าว่า การทดลองแบบเปิด (Open-ended Experiment)

ชูศักดิ์ เปลี้นภู (2545) กล่าวว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนทดลองนี้ มีหลักปรัชญาที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนอยู่ 2 ปรัชญา คือ

ปรัชญาที่ให้ความสำคัญของเนื้อหาเป็นหลัก (Subject Based Approach)

ปรัชญาที่ให้ความสำคัญของประสบการณ์เป็นหลัก (Unified Approach)

ทั้ง 2 ปรัชญานี้มีแนวทางในการปฏิบัติที่ต่างกันตรงกันข้ามปรัชญาแรก เน้นในเรื่องความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นสำคัญการทดลองเป็นส่วนประกอบที่จะขยายความรู้ ส่วนปรัชญาหลังมีความเชื่อว่าสาระสำคัญของเนื้อหานั้นมีแหล่งกำเนิดมาจากการปฏิบัติ การเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นเพียงส่วนขยายข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติให้กว้างขวางขึ้น แนวคิดทั้งสองรูปแบบนี้ จึงเป็นต้นกำเนิดของวิธีการสอนทดลอง 2 แนวทาง คือ

1. การสอนทดลองตามธรรมเนียมปฏิบัติ (Traditional Laboratory) หรือการสอนแบบใช้ห้องเรียนเป็นศูนย์กลาง (Classroom Center) เป็นการสอนทดลองหลังการเรียนทฤษฎี เพื่อให้กิจกรรมของการทดลองสนับสนุนหรือขยายการเรียนรู้ทฤษฎีในห้องเรียน ในการสอนทดลองวิจัยจะเรียกวิธีการสอนแบบนี้ว่าการสอนแบบปกติ

2. การสอนโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลาง (Laboratory Center) เป็นการสอนที่จัดให้การทดลองเป็นแหล่งเริ่มกำเนิดข้อมูลหลักและมีแหล่งการศึกษาอื่น เช่น การสอนในชั้นเรียน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การสัมมนาเป็นแหล่งขยายความรู้ที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการการเรียนการสอนทดลอง

ทั้ง 2 ประเภทนี้มีข้อดีข้อจำกัดและวิธีการดำเนินงานที่แตกต่างกันอย่างมาก การจัดการเรียนการสอนทดลองนิยมใช้วิธีการตามปรัชญาอันแรกคือ ความรู้เกิดขึ้นก่อนการปฏิบัติได้มีการปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย จึงเรียกการสอนทดลองแบบนี้ว่าการทดลองตามธรรมเนียมปฏิบัติ (Traditional Laboratory)

ชูศักดิ์ เปลียนภู (2545) ยังได้แบ่งรูปแบบการสอนการทดลองตามวิธีการทดลองและตามวิธีสอนแต่ละประเภทนั้นมีเอกลักษณ์ของตัวเอง มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันพอซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 5 รูปแบบคือ

1. การทดลองแบบค้นพบ (Discovery Type) เป็นการทดลองที่ออกแบบให้นักเรียนค้นหาข้อมูลบางอย่างด้วยตัวเอง โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นอาจจะเป็นคำตอบ เป็นวิธีดำเนินงานเพื่อหาผลลัพธ์บางอย่างมีรายละเอียดดังนี้

1.1 คุณลักษณะของการทดลองแบบค้นพบ การทดลองแบบค้นพบนี้มุ่งที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองเพื่อหากฎเกณฑ์เกี่ยวกับหลักการของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรือศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ โดยอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุทำการทดลองตามขั้นตอนที่เหมาะสม การจัดการทดลองประเภทนี้อาศัยหลักการของการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery learning) ตั้งแต่การค้นพบแบบเต็มรูป (Full discovery) โดยนักเรียนอาศัยความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ในการค้นคว้าจนถึง Guided Discovery ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าภายใต้การควบคุมของผู้สอนอย่างใกล้ชิด การทดลองแบบค้นพบ (Structured Discovery Type) จึงเป็นการทดลองประเภทกลาง ๆ ที่อาศัยการแนะนำของผู้สอนประกอบกับข้อแนะนำในใบงานทดลองนำทางสำหรับการปฏิบัติข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดลองประเภทนี้แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้คือ ข้อมูลสำหรับการเริ่มต้นและข้อมูลที่ให้นักเรียนคิดหาคำตอบเองในระหว่างการทดลองศึกษาปฏิบัติในขั้นสูงขึ้นไปอีก

1.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง โดยเหตุที่วัตถุประสงค์ของการทดลองประเภทนี้ ต้องส่งเสริมความรู้ทางทฤษฎีในเรื่องเกี่ยวกับ Facts, Concept, Principle เพราะฉะนั้นเนื้อหาที่ใช้ในการทำการทดลองประเภทนี้ จึงควรมีลักษณะดังต่อไปนี้คือ

- 1.2.1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ที่สำคัญ แต่ไม่ควรเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเกินไป
- 1.2.2 เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยการประยุกต์ กฎเกณฑ์ค่อนข้างมาก
- 1.2.3 เป็นเรื่องที่มีความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์ทางปฏิบัติและผลลัพธ์ทางทฤษฎี
- 1.2.4 เป็นเรื่องที่สามารถพัฒนาความคิดได้

1.3 ข้อดีของการสอนทดลองแบบค้นพบ

1.3.1 ช่วยพัฒนาความสามารถในการค้นคว้าของนักเรียน (Attitude of enquiry) ในขอบเขตที่กำหนด

1.3.2 ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการทฤษฎีได้ลึกซึ้งขึ้น



1.3.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้เดิมออกมาใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง

1.3.4 เป็นการสร้างแรงจูงใจ (Reinforcement) สำหรับผู้ที่มีความรู้ดี

1.3.5 พัฒนาความสามารถในการทำงานตามระบบที่กำหนด

#### 1.4 ข้อจำกัดของการสอนทดลองแบบค้นพบ

1.4.1 ขาดในการควบคุมการทำงานของนักเรียน โดยเฉพาะบทบาทของผู้สอนในด้านการให้คำแนะนำ (Guidance role)

1.4.2 ก่อนข้างมีปัญหาในการออกแบบที่เหมาะสมกับความรู้ของนักเรียน

1.4.3 อาจมีปัญหาในการจำกัดขอบเขตความคิดของนักเรียน โดยเฉพาะนักเรียนที่เก่ง ซึ่งต้องถูกบังคับให้ทำตามรูปแบบ

1.4.4 อาจมีปัญหาในการจัดกลุ่มนักเรียนให้เหมาะสม โดยเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน

2. การทดลองแบบสืบสวนสอบสวน (Investigation Type) เป็นการทดลองที่ออกแบบพัฒนาความสามารถในการสอบสวนเรื่องราวต่าง ๆ ความสามารถนี้เป็นความสามารถที่จำเป็นในงานอุตสาหกรรมที่ต้องมีการสืบสวนการเกิดปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการชำรุดหรือการ Break down ของอุปกรณ์ การทดลองดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

2.1 คุณลักษณะของการทดลองแบบสืบสวนสอบสวน การทดลองประเภทนี้มุ่งที่จะพัฒนาความสามารถของการใช้เครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์ในการทดลองเพื่อหาข้อมูลพิสูจน์ข้อสงสัยหรือพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยปกติการทดลองประเภทนี้ จะไม่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีดำเนินงานอย่างสมบูรณ์จะละทิ้งข้อมูลบางอย่างเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและวางแผนดำเนินการทดลองเองในกรณีการสืบสวนนั้นลึกซึ้งมากเกินไปนักเรียนจะค้นหาข้อมูลได้โดยงานการทดลองก็จะให้ข้อมูลบางอย่างซึ่งอาจจะเป็นส่วนประกอบของปัญหาและคำแนะนำในการดำเนินงานต่อไป ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการสืบสวนข้อเท็จจริงต่อไป

2.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง การทดลองประเภทนี้ไม่ได้เน้นเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งโดยเฉพาะแต่จะมุ่งพัฒนากระบวนการและความสามารถในการสอบสวนข้อมูลโดยอาศัยความรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ มาพิจารณาประกอบการทดลองหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาเนื้อหาที่น่าจะนำมาใช้สร้างการทดลอง ควรมีดังนี้คือ

2.2.1 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการหาคุณสมบัติของอุปกรณ์เครื่องมือภายใต้สภาวะการณ์ต่าง ๆ

2.2.2 เป็นเรื่องที่ต้องการศึกษาเหตุผลของการเกิดสภาวะผิดปกติ (Fault) หรือการเกิดความขัดข้องของเครื่องมืออุปกรณ์

### 2.3 ข้อดีของการทดลองแบบสืบสวนสอบสวน

- 2.3.1 เป็นวิธีการที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและพัฒนาความคิดริเริ่มให้กับนักเรียน
- 2.3.2 พัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง
- 2.3.3 พัฒนาความสามารถในการคิดตั้งประกอบเครื่องมือและวงจรตามใบงานทดลองเพื่อการทดลอง ตลอดจนความสามารถในการใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ
- 2.3.4 พัฒนาความสามารถในการหาข้อมูล ความสามารถในการแปลความหมาย และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้ในการทดลอง

### 2.4 ข้อจำกัดของการทดลองแบบสืบสวนสอบสวน

- 2.4.1 ยากที่จะออกแบบการทดลอง โดยเฉพาะยากต่อการจัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับการทำการทดลองประเภทนี้
- 2.4.2 ยากที่จะควบคุมให้นักเรียนที่ไม่สนใจหรือผู้ที่มีความรู้ไม่ดีพอ ทำการทดลองประเภทนี้ตามวัตถุประสงค์
- 2.4.3 ใช้เวลาในการทดลองมากอาจมีปัญหาในการจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ให้กับนักเรียน
- 2.4.4 มีความยุ่งยากในการประเมินผล

3. การทดลองแบบแก้ปัญหา (Problem-solving Type) การทดลองประเภทนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกิจกรรมการทดลองเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับการทดลองประเภทนี้ มักจะเกิดขึ้นในกระบวนการทำงานของอุปกรณ์

3.1 คุณลักษณะการทดลองแบบการแก้ปัญหาการทดลองประเภทนี้ มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเกิดความสามารถในการพัฒนาการแก้ปัญหาให้กับตัวเองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) อย่างเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ

- 3.1.1 กระบวนการของการวิเคราะห์ปัญหา
- 3.1.2 กรรมวิธีในการตั้งสมมุติฐานสำหรับปัญหาที่พบ
- 3.1.3 การค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ
- 3.1.4 ขบวนการหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา
- 3.1.5 การสรุปปัญหาวิธีการแก้ไขปัญหาและผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา

ข้อมูลสำหรับการทดลองประเภทนี้จะมีการกำหนดชื่อปัญหาให้โดยมีรายละเอียดของปัญหาที่พอเหมาะคือ ไม่มากเกินไปจนเป็นการปิดโอกาสที่นักเรียนจะคิดหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง และไม่น้อยเกินไปจนนักเรียนขาดแนวทางที่จะปฏิบัติได้ต่อจากปัญหาและองค์ประกอบ

ของปัญหา ก็ควรจะเป็นข้อมูลที่ช่วยในการวางแผนแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนพยายามสร้างระบบการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และพยายามคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสม

### 3.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลองแบบแก้ปัญหา

3.2.1 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการหาจุดบกพร่องของวงจรหรืออุปกรณ์

3.2.2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับปัญหาของวิธีการวัดหรือตรวจสอบคุณภาพของวงจรอุปกรณ์

และเครื่องมือที่มีความซับซ้อน

3.2.3 เป็นเรื่องของการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

3.2.4 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการค้นหาวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพของงานหรือของอุปกรณ์

3.2.5 เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ได้หลายวิธี

### 3.3 ข้อดีของการทดลองประเภทการแก้ปัญหา

3.3.1 พัฒนาความสามารถในการออกแบบ การวางแผน และการดำเนินงานแก้ปัญหาตามแผนที่นักเรียนได้กำหนดขึ้นเอง การทดลองจึงเป็นการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในระดับสูง

3.3.2 พัฒนาทักษะในการดำเนินการแก้ปัญหา

3.3.3 ส่งเสริมการทำงานร่วมกันในด้านความคิดและแรงงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

3.3.4 เป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนเมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จ

3.3.5 พัฒนาความสามารถในการเขียนรายงาน

3.3.6 สามารถหาข้อผิดพลาดชี้แจงการดำเนินงานได้

### 3.4 ข้อจำกัดของการทดลองประเภทการแก้ปัญหา

3.4.1 นักเรียนที่ไม่สนใจจะประสบปัญหาในการทำการทดลองประเภทนี้

3.4.2 ผู้สอนจะต้องมีความสามารถแก้ปัญหานักเรียนได้เมื่อพบนักเรียน

ประสบปัญหาหรือเดินผิดทาง

3.4.3 จะต้องมียุอุปกรณ์เครื่องมือและแหล่งข้อมูลที่เพียงพอ

3.4.4 ขาดต่อการควบคุมให้นักเรียนทำตามวัตถุประสงค์และยากในการควบคุม

ระเบียบวินัย

4. การทดลองแบบโครงการ (Project Type) การทดลองประเภทนี้เป็นการพัฒนาความสามารถ เปิดเสรีในการทำงานตั้งแต่การวางแผนเริ่มงานครั้งแรก การจัดหาอุปกรณ์การวางแผนดำเนินการร่วมมือในการทำงานการปฏิบัติตามเงื่อนไขและวัตถุประสงค์ การตรวจสอบการเขียนรายงานเป็นงานทดลองที่ออกแบบยากที่จะให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้ทั้งหมด การทดลองมีรายละเอียดดังนี้

4.1 คุณลักษณะของการทดลองแบบโครงการ มีลักษณะเปิดกว้างในรูปแบบของสถานการณ์จำลอง ที่ต้องการให้นักเรียนสร้างงานตามองค์ประกอบของความกว้างของเนื้อหาและขอบเขตของเวลาที่จำกัดภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอนแต่องค์ประกอบภายในยังเป็นงานที่มีขั้นตอนย่อยที่อยู่ในรูปแบบของการทดลองรูปแบบต่าง ๆ หลายรูปแบบ ตั้งแต่การทดลองแบบค้นพบจนถึงการทดลองแบบการแก้ปัญหา การทดลองชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ประสบการณ์หลายด้านกับนักเรียน ตั้งแต่การเสาะแสวงหาข้อมูล ในลักษณะของการศึกษาและสำรวจสภาวะของงานที่จะทำการออกแบบวงจรและการทดลองเบื้องต้นในรูปแบบต่าง ๆ แล้วนำผลลัพธ์ของการทดลองนั้นมาประยุกต์รวมกันเป็นผลงานรวมที่มีความหมายในตัวเอง การทำการทดลองแบบโครงการลักษณะนี้มีวิธีการดำเนินงานหลายรูปแบบ ตั้งแต่การสร้างดัดแปลงแก้ไขอาศัยเครื่องมือและเครื่องอำนวยความสะดวกที่มีอยู่จากการสอนทักษะและการสอนทดลอง จนถึงปัญหาระดับสูง การทดลองแบบโครงการนี้ต่างกับงานการเรียนภาคประยุกต์ (Application) หรือ Research Project ตรงที่ว่า การทดลองแบบโครงการนั้น มีขอบเขตขนาดของงานที่เล็กมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่แคบกว่า การทำรายงานของโครงการใหญ่ การทดลองในรูปแบบของโครงการลักษณะนี้ก็ไม่ต้องใช้วิธีการเต็มรูปแบบเหมือนโครงการใหญ่ อย่างไรก็ตามการทดลองแบบโครงการนี้ก็เป็นที่ฐานนำไปสู่งานโครงการที่ใหญ่ขึ้น

4.2 เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง เนื่องจากการทดลองประเภทนี้เป็น การทดลองที่กว้างจึงยากที่จะจำกัดลักษณะของเนื้อหาได้อย่างชัดเจนเท่าที่สำรวจพบพหุมีหลักเกณฑ์พอสรุปได้คือ

- 4.2.1 เป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยหลักการและมโนทัศน์ หลายรูปแบบรวมกัน
- 4.2.2 หลักการและมโนทัศน์ มีความสัมพันธ์กัน ใกล้ชิดพอที่จะมีผลลัพธ์ในงานได้
- 4.2.3 ลักษณะของการทำงานต้องอาศัยทักษะหลายด้าน ทั้งทักษะทางร่างกายและ

ทักษะทางสมอง

- 4.2.4 เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์หลายศาสตร์ด้วยกันแต่ไม่ควรกว้างเกินไป

#### 4.3 ข้อดีของการทดลองแบบโครงการ

- 4.3.1 เป็นการพัฒนาทักษะของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน
- 4.3.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงาน โดยเสรีและพัฒนาความสามารถในการเขียนรายงานจากขั้นตอนการทำงาน

4.3.3 นักเรียนจะทราบปัญหาและแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการทำงานด้วยตนเองทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาวิชาได้

- 4.3.4 เป็นการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และความมั่นใจในตนเอง
- 4.3.5 เป็นการพัฒนาความสามารถได้หลายระดับตั้งแต่ระดับต่ำสุดจนสูงสุด

#### 4.4 ข้อจำกัดของการทดลองแบบโครงการงาน

4.4.1 นักเรียนจะต้องมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่ทำเป็นอย่างดีมิฉะนั้นจะเกิดปัญหา

4.4.2 ผู้สอนจะต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนก่อนข้างมาก

4.4.3 การประเมินผลทำได้ยากผู้สอนจะต้องมีความใกล้ชิดกับนักเรียนเพียงพอ

4.4.4 ต้องการแหล่งข้อมูลมากซึ่งยากต่อการจัดหา

4.4.5 ใช้เวลามาก ซึ่งยากต่อการจัดระบบการเรียนการสอน

4.4.6 ยากต่อการออกแบบการทดลองให้ทำโดยไม่ซ้ำกัน

5. การทดลองแบบปกติทั่วไป (Conventional Type) เป็นการทดลองที่ใช้กันโดยส่วนมาก มีขั้นตอนการทดลองเป็นไปตามขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา (Linear Sequence) มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีที่ลึกซึ้งขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

5.1 คุณลักษณะของการทดลอง เป็นการทดลองที่ให้ข้อมูลในการปฏิบัติงานของนักเรียนอย่างสมบูรณ์ ตั้งแต่การบอกให้ทราบวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การติดตั้งอุปกรณ์ กรรมวิธีในการใช้เครื่องมือ ขั้นตอนการวัด และการสังเกต วิธีแสดงผลการวัด และการบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผลที่ได้ การทดลองประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการทดลอง เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Theory Verification) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์และหลักการ หรือทฤษฎีบทต่างๆ ตลอดจนการสร้างความรู้ความคุ้นเคยกับวิธีการทดลองต่าง ๆ

5.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการสร้างการทดลอง ในรูปแบบของ (Conventional Type) ได้แก่

5.2.1 เนื้อหาที่เป็นนามธรรม ต้องการการสมมติเหตุการณ์ หรือการสร้างจินตนาการที่ซับซ้อน ยากต่อความเข้าใจ

5.2.2 เป็นเรื่องที่ต้องการแนะนำให้ผู้จักรกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์

5.2.3 เป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ ข้อควรระวังต่อการเสียหายของอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ

#### 5.3 ข้อดีของการทดลองแบบปกติ

5.3.1 การทดลองแบบการทดลองปกติที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานที่ชัดเจน จะช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อนในการทำทดลอง ประเภทนี้ได้มาก

5.3.2 สามารถใช้การทดลองประเภทนี้ แทนการสอนในชั้นเรียนได้ก่อนข้างมาก

5.3.3 ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานตามแผนหรือตามระบบได้ดี

5.3.4 ง่ายต่อการวัดและประเมินผลการเรียน

5.3.5 ง่ายต่อการควบคุมการปฏิบัติ และการใช้วัสดุอุปกรณ์ของนักเรียน

5.4 ข้อจำกัดของการทดลองแบบปกติ

5.4.1 นักเรียนขาดอิสระในการทำงานตามความนึกคิดของตัวเอง

5.4.2 มีขีดจำกัดสำหรับนักเรียนในการสรุปผลลัพธ์ของการทดลอง

5.4.3 อาจขาดข้อมูลที่เป็นปัญหาท้าทายสำหรับนักเรียนที่เก่ง

จากการศึกษาการเรียนการสอนทดลองทั้ง 5 รูปแบบผู้วิจัยสรุปได้ว่า การทดลองในแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันในด้านของหลักสูตรทางการศึกษา วัตถุประสงค์ของการเรียน ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง การพัฒนานักเรียน ทักษะกระบวนการปฏิบัติงานของนักเรียนและลักษณะการควบคุมดูแลของผู้สอน สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกการทดลองแบบปกติ เนื่องจากรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีการให้รายละเอียดที่ช่วยในการปฏิบัติการทดลองให้กับนักเรียนได้มากช่วยลดปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการดำเนินงานทำให้นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ รวมทั้งเนื้อหาในเรื่องของดิจิทัลยุคนี้มีระดับของความยากอยู่แล้วถ้านำไปสร้างเป็นการทดลองในรูปแบบอื่น จะทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนเกิดความลำบากในการเรียน ไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สามารถที่จะช่วยพัฒนาความสามารถได้จากรูปแบบการทดลองทั้ง 5 รูปแบบแต่ละประเภทนั้นมีเอกลักษณ์เป็นของตัวเอง และมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบทดลองแบบปกติทั่วไป (Conventional Type) อีกทั้งยังเป็นทดลองที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ มีขั้นตอนการทดลองเป็นไปตามขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา (Linear Sequence) มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีที่ลึกซึ้งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจะขอกล่าวรายละเอียดที่เอื้อประโยชน์ต่อการทดลองเฉพาะรูปแบบที่ได้นำมาใช้ในการวิจัยเท่านั้น

ชูศักดิ์ เบลิยนภู (2545) ได้อธิบายการทดลองแบบปกติทั่วไป (Conventional Type) ที่มีคุณลักษณะและรายละเอียดที่เอื้อต่อการทดลองดังนี้

1. คุณลักษณะของการทดลอง เป็นการทดลองที่ให้ข้อมูลในการปฏิบัติงานของนักเรียนอย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ การบอกให้ทราบวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการปฏิบัติงาน การตั้งอุปกรณ์ กรรมวิธีในการใช้เครื่องมือ ขั้นตอนการวัด และการสังเกต วิธีการแสดงผลการวัด และวิธีการบันทึกข้อมูลตลอดจนการสรุปผลที่ได้จากใบงานทดลองประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายได้รู้จักวิธีการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การทดลอง เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Theory Verification) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หลักการหรือทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนการสร้างความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทดลองต่าง ๆ

2. ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการสร้างการทดลองในรูปแบบปกติทั่วไป (Conventional Type) คือ เนื้อหาที่เป็นเนื้อหาธรรมชาติ ต้องการสมมติเหตุการณ์หรือการสร้างจินตนาการที่มีความซับซ้อนยากต่อความเข้าใจ เช่น ปรากฏการณ์ภายในของกระบวนการเก็บประจุ หรือกระบวนการคายประจุ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในตัวเหนี่ยวนำเป็นต้น เนื้อหาที่เหมาะสมเรื่องที่สอง คือ เนื้อหาที่ต้องการแนะนำให้รู้จักระบบแบบแผนกระบวนการทำงาน มาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเนื้อหาที่เหมาะสม แบบสุดท้ายคือเนื้อหาที่ต้องการแบบศึกษาอย่างถูกต้องตามหลักการทางทฤษฎี ลดอัตราการเสี่ยงต่อการเสียหายของอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

3. ข้อดีของการทดลองแบบปกติ คือการทดลองประเภทนี้สร้างง่าย ใช้งานง่าย มีข้อดีดังนี้

3.1 การทดลองแบบ Conventional Type ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานที่ชัดเจน จะช่วยให้นักเรียนที่เรียนอ่อนได้เพิ่มความสามารถในการทำใบงานทดลองได้ดีมากขึ้น

3.2 สามารถเลือกใช้การทดลองประเภทนี้แทนการสอนในชั้นเรียนแบบเดิมได้ค่อนข้างมาก

3.3 ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานตามแผนหรือตามระบบได้ดี

3.4 ง่ายต่อการวัดและประเมินผลการเรียน

3.5 ง่ายต่อการควบคุมการปฏิบัติและการใช้วัสดุอุปกรณ์ของนักเรียน

เมื่อได้รูปแบบการทดลองแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการและวิธีการสอนการทดลองพบว่าได้มีนักการศึกษาสรุปขั้นตอนการสอนการทดลองดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัตติ (2544) ได้สรุปขั้นตอนการสอนการทดลองไว้ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศเร้าความสนใจ (Orientation and Motivation) ในขั้นนี้เป็นการพิจารณาธรรมชาติของงานจุดมุ่งหมายและและการวางแผน ความเข้าใจแจ่มแจ้งในสิ่งที่ทำจะช่วยให้ไม่ให้นักเรียนต้องเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์

2. ขั้นปฏิบัติการ (Work Period) นักเรียนทุกคนอาจทำงานปัญหาเดียวกัน หรือคนละปัญหาก็ได้ ในช่วงนี้จะเป็นการทำงานภายใต้ความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดมอบหมายหรือเวลาในการทำงานให้

3. ขั้นสรุปกิจกรรม (Culminating Activities) อาจใช้ในการอภิปรายการรายงานการจัดนิทรรศการผลงานอภิปรายและอธิบาย เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ หรือการค้นพบของนักเรียน

ชูศักดิ์ เปลียนภู (2545) กล่าวว่า การสอนการทดลอง มีธรรมชาติของงานที่แตกต่างกันออกไปจากการสอนในชั้นเรียนอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทของผู้สอนและนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนนั้น หน้าที่หลักของผู้สอนอยู่ที่การให้ข้อมูล โดยมีนักเรียนเป็นผู้รับส่วนการศึกษาในห้องทดลองนั้น นักศึกษาเป็นผู้หาข้อมูลเอง โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา ข้อมูลใด ๆ ที่ผู้สอนต้องการจะให้นักเรียนได้รับรู้ นั้นควรที่จะเตรียมตัวมาล่วงหน้า ใน

ลักษณะที่จะเอื้ออำนวยให้นักเรียนเรียนรู้ได้เอง โดยผู้สอนไม่ได้เป็นผู้ให้โดยตรงแต่จะเป็นการให้ในลักษณะที่แฝงไว้ในใบงานทดลอง (Lab Sheet) ธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนทดลอง ก็มีหลักการทั่วไป ที่จะต้องคำนึงถึงในเรื่องต่อไปนี้คือ

### 1. การสร้างแรงจูงใจ

แรงจูงใจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการเรียนการสอน ผู้สอนจัดการเรียนสอนจะต้องสร้างสภาพการณ์ที่ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่อยากจะเรียน ความรู้สึกนี้เกิดขึ้นได้จากการจัดเนื้อหาของการทดลอง การจัดสถานที่และเครื่องมือที่สะดวก มีความทันสมัย มีสภาพใกล้เคียงกับความจริงที่ทฤษฎีความสามารถและการทำให้เห็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียน

### 2. การสร้างความเข้าใจอันดีในวัตถุประสงค์ของการทดลอง

นักเรียนและผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจอันดีในกระบวนการทำงาน โดยตลอดตั้งแต่วัตถุประสงค์และธรรมชาติของพฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาถึงวิธีการประเมิน สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จในการทำงานทุกประเภท ผู้สอนไม่ควรที่จะปล่อยให้มีการทำงานตามคำสั่งเท่านั้น ผู้สอนควรจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าเข้าใจให้ถ่องแท้ในธรรมชาติของพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดที่ควรควบคุมดูแลการปฏิบัตินักเรียนเองก็ต้องรู้วัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินงานอย่างชัดเจน ไม่ควรมุ่งเพียงที่จะหาคำตอบของการทดลองเหล่านั้นการให้คำอธิบายที่ชัดเจนก่อนการสอนทั้งในด้านการสาธิต การแจ้งวัตถุประสงค์การให้ข้อมูลในใบงานทดลอง จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ

3. มีการพิจารณาความรู้และทักษะก่อนเข้าเรียน (Pre-requisite skill and knowledge) ความสามารถก่อนเข้าเรียนของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่ช่วยให้การเรียนการสอนทดลองก้าวไปสู่ความสำเร็จได้เร็วและราบรื่น ผู้สอนควรจะศึกษาวิเคราะห์ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry behavior) ของนักเรียนให้แน่ชัดก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีทำงานในห้องเรียนกับงานในห้องทดลองมีการเรียงลำดับไม่เหมาะสม ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทดลองควรจะมีการพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้

4. มีการพิจารณาความรู้และทักษะก่อนเข้าเรียน (Pre-requisite skill and knowledge) ความสามารถก่อนเข้าเรียนของนักเรียนอันเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยให้การเรียนการสอนในการทดลองก้าวไปสู่ความสำเร็จได้เร็วและราบรื่น ผู้สอนควรจะศึกษาวิเคราะห์ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry behavior) ของนักเรียนให้แน่ชัดก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีทำงานในห้องเรียนกับงานในห้องทดลองมีการเรียงลำดับไม่เหมาะสม ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทดลองควรจะมีการพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้

#### 4.1 ความรู้ความสามารถและทักษะที่ควรมีก่อนเรียน

4.2 วิธีการพิเศษที่จะพัฒนาความสามารถหรือความรู้ก่อนเรียน ในกรณีที่นักเรียนขาดความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry behavior) อย่างใดอย่างหนึ่ง



## 5. มีข้อมูลที่ชัดเจนและมีวิธีการดูแลที่ใกล้ชิด

การสอนทดลองนั้น มีองค์ประกอบของทักษะต่าง ๆ มากมายที่ต้องการคำสั่งและคำอธิบายที่รัดกุมและชัดเจน องค์ประกอบของทักษะที่ควรระบุให้ชัดเจนนั้น สรุปได้ดังนี้คือ

- 5.1 ทักษะในการประกอบอุปกรณ์
- 5.2 ทักษะในการปรับแต่ง เครื่องมืออุปกรณ์
- 5.3 ทักษะในการวัด การสังเกตและบันทึกข้อมูล
- 5.4 ทักษะในการทำงานเป็นขั้นตอน
- 5.5 ทักษะในการเขียนกราฟและรายงาน

ทักษะต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้ต้องการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเรียนการสอนที่ถูกต้อง บางรายต้องการตัวอย่างสำหรับการปฏิบัติตามและต้องการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด

## 6. มีการพัฒนาความคิดรวบยอด (Concept) ของเนื้อหาทางทฤษฎี

สิ่งที่การทดลองช่วยได้มากในการเรียนการสอน ก็คือการพัฒนาความคิดรวบยอด ในเนื้อหาวิชาการ ผู้สอนควรเข้าใจความหมายขององค์ประกอบของความคิดรวบยอดอย่างถูกต้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการให้ตัวอย่างที่ถูกหรือตัวอย่างทางบวก (Positive Example) และตัวอย่างที่ไม่ถูกหรือตัวอย่างทางลบ (Negative Example) และคุณลักษณะค่าต่าง ๆ (Attribute) ควรมีหลักในการวางแผนการสอนในลักษณะที่ทำให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้

## 7. มีการพัฒนาความสามารถในการสรุปรวม (Generalization)

จุดประสงค์ใหญ่ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือ การพัฒนาความสามารถในการสรุปรวม เรื่องที่เป็นสาระสำคัญทางวิชาการ ความหมายของคำว่าสรุปรวม (Generalization) ไม่ใช่แค่การสรุป แต่เป็นการมองเห็นภาพจน์ของเรื่องโดยส่วนรวม เนื่องจากนักเรียนมีโอกาสดำเนินการกับเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้สังเกตเห็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถควบคุมปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดและหลักการได้ลึกซึ้งขึ้น อันเป็นทางนำไปสู่การเกิดแนวความคิดจากสภาพจริง การสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนรายงาน โดยใช้คำพูดของตนเอง เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการพัฒนาความคิดรวบยอดและพัฒนาความคิดลักษณะต่าง ๆ ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนเอง

## 8. กิจกรรมในการพัฒนาความสามารถที่สมบูรณ์

การออกแบบการทดลองแต่ละครั้งนั้นไม่ควรที่จะคิดถึงสาระสำคัญของเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว แต่ควรผนวกการพัฒนาความสามารถอื่นเข้าไปในการทดลองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความสามารถดังกล่าวนี้ อาจเป็นความสามารถนอกวิชาการ หรือความสามารถที่ไม่อยู่ในพุทธิพิสัย เช่นความสามารถในการรวมงานกับผู้อื่น ความละเอียดรอบคอบในการทำงานเป็นต้น ผู้สอนควร

เห็นความสำคัญในการเลือกกิจกรรมที่ทำอยู่ก็จะช่วยพัฒนาความสามารถในด้านนี้ได้เป็นอย่างดี  
กิจกรรมดังกล่าว คือ

8.1 การประกอบและการปรับแต่ง (Calibrate) เครื่องมือด้วยตนเองหรือได้รับแนะนำ  
น้อยที่สุดด้วยคำพูดของตนเอง)

8.2 การเขียนรายงาน (ด้วยคำพูดของตนเอง)

8.3 การออกแบบการทดลอง (ด้วยตนเอง)

8.4 การพิจารณาความเที่ยงตรงของการวัด (Judging Accuracy of Measurement)

8.5 การตัดสินความเชื่อถือได้ของการสังเกต (Judging variance of observation)

8.6 การวิเคราะห์ข้อจำกัดของการทดลอง

8.7 การจำกัดข้อผิดพลาดขณะทดลอง

9. มีการพัฒนากิจนิสัยของนักเรียน (Personal quality) ผลประโยชน์อันหนึ่งที่จะควรจะได้  
จากการทดลอง คือ การพัฒนาคุณภาพของบุคคล คุณภาพเหล่านี้ ได้แก่

9.1 ทศนคติที่ดีต่อวิชาการ

9.2 ความรับผิดชอบ

9.3 ความสนใจ และความเอาใจใส่งาน

9.4 ความตรงต่อเวลา

สิ่งเหล่านี้อาจจะหาบทเรียนที่เหมาะสมเฉพาะเรื่องไม่ได้ แต่ควรจะใช้สถานการณ์ความใกล้ชิด  
ระหว่างผู้สอนกับนักเรียนและเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นเครื่องช่วยพัฒนาด้วยการให้คำชมเชย เมื่อมี  
นักเรียนปฏิบัติดีและเสนอแนะแนวทางที่ถูกต้องเมื่อปฏิบัติผิด

10. มีการพัฒนาความสามารถทางสังคมการเรียนการสอนทดลองนั้น ควรจะมีส่วนในการพัฒนา  
ความสามารถทางสังคมได้บ้าง ความสามารถเหล่านี้ ได้แก่

10.1 ความรู้สึกต่อผู้อื่น (Concern for other)

10.2 การระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยทั้งทรัพย์สินและสุขภาพ

10.3 ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร

10.4 ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ผู้สอนมีโอกาสพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้ด้วยการควบคุมให้ปฏิบัติอยู่ในเกณฑ์ดีชม  
หรือให้แรงเสริมในจังหวะอันควร

## การพัฒนาชุดทดลอง

โดยทั่วไปองค์ประกอบของชุดทดลองนั้นจะประกอบด้วย ใบงานทดลอง (Lab Sheet) และชุดทดลอง (Experimental Kit) (สุพิน บุญชูวงศ์: 2535) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

### การสร้างชุดทดลอง (Experimental Kit)

การออกแบบและพัฒนาชุดทดลอง มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ กิจกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกับมุ่งหมาย ซึ่งจุดมุ่งหมายที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะเป็นแนวทางในการออกแบบใบงานทดลอง (Lab Sheet) และชุดทดลอง (Experimental Kit)

การสร้างชุดทดลอง เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง เพื่อทำการสร้างชุดทดลอง ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติการทดลอง วัลลภ จันทร์ตระกูล (2549: 44-46) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองดังนี้มีดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ประสงค์ในการนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน การนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน ซึ่งการออกแบบสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมาย และใช้ได้จริงจะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบ ได้แก่ สภาพการในการเรียนการสอน การศึกษาข้อมูลด้านวิชาการ และกลุ่มนักเรียน จากนั้นก็นำไปใช้เขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดทดลองที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

2. กำหนดหน้าที่ (Function) ของชุดทดลอง จากคำบรรยายคุณลักษณะของชุดทดลองที่กำหนดขึ้นในข้อที่ 1 นำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงรายการหน้าที่ต่างๆของชุดทดลอง ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่

3. การศึกษาปัจจัยที่จะทำให้ชุดทดลองทำงานได้ตามรายการหน้าที่ ในขั้นนี้เป็นการคิดค้นสิ่งที่จะทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ ที่กำหนดโดยทั่วไป สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้น ๆ หรือภาพสเก็ตต่าง ๆ เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์มากที่สุด ชิ้นส่วนที่คิดค้นขึ้นมาควรพิจารณาถึงการประกอบความยากง่ายในการผลิตและค่าใช้จ่าย

4. การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนของอุปกรณ์ จากการเลือกนำมาเลือกหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาเกณฑ์กำหนดเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่างความคงทน การบำรุงรักษาและราคา

5. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนได้แล้วจะต้องนำมาร่างเป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าว ๆ หรือเป็นภาพชิ้นงานง่าย ๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบในตอนนี้จะต้องมีการทดลองซึ่งต้องทดลองกลไกหน้าที่อุปกรณ์บางอย่าง การทำชุดทดลองต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางเทคนิค ค้นหาข้อมูลบางอย่างเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามความต้องการ
6. การเขียนแบบ เพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไปงานเขียนแบบนี้มีความสำคัญมากแบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดทดลองจะต้องมีแบบทั้งแบบภาพประกอบและการแยกชิ้น
7. การเตรียมเอกสารประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปควรต้องจัดเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์
8. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาความบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนหรือปรับปรุงขึ้นมาใหม่
9. จากการพัฒนาชุดทดลอง ข้อมูลประสบการณ์ที่ได้จากข้างต้น จะถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงชุดทดลองให้มีประสิทธิภาพ เป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งประกอบด้วยใบงานทดลองและชุดทดลอง และหลังจากนั้น จำเป็นอย่างมากที่จะต้องนำไปหาประสิทธิภาพของชุดทดลองต่อไป

### ประสิทธิภาพชุดทดลอง

ชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง ชุดทดลองที่สามารถช่วยในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่ได้ตั้งไว้ การทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองจะทำให้ผู้สอนรู้ถึงประสิทธิภาพของชุดทดลองในขณะเดียวกันจะรู้ถึงจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนของชุดทดลองซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการปรับปรุงชุดทดลองให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดทดลองจะช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจว่า ชุดทดลองนั้น ๆ มีประสิทธิภาพหรือไม่ เพราะถ้าชุดทดลองมีประสิทธิภาพต่ำทำให้ผลการเรียนของนักเรียนต่ำไปด้วย สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สมพงษ์ แดงตาด (2525: เอกสารเผยแพร่) ได้ให้แนวทางการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง สามารถทำได้ 3 แนวทาง ดังนี้ คือ

1. ประสิทธิภาพด้าน โครงสร้างชุดทดลอง ได้แก่ การวิเคราะห์โดยดูจากโครงสร้างชุดทดลองในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองมีความแข็งแรงทนทานเพียงใด ความสวยงามความปลอดภัยในการใช้งาน ขนาดของชุดทดลองมีขนาดพอเหมาะกับจำนวนนักเรียนในขณะทดลองหรือไม่ ความยากง่ายในการสร้าง เป็นต้น

2. ประสิทธิภาพด้านเนื้อหา ได้แก่ การทดสอบเพื่อหาว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ โดยที่ชุดทดลองนั้นจะต้องมีความสมบูรณ์และแม่นยำในแง่ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถกำหนดเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ได้แน่นอน

3. ประสิทธิภาพในการใช้งาน ได้แก่ การทดสอบด้านความสะดวกในด้านการทดลอง ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน มีความคล่องตัวในการติดตั้งเข้ากับระบบอื่น ๆ เป็นต้น ในความจริง ผู้วิจัยไม่ได้หาประสิทธิภาพของชุดทดลองตามแนวทางดังกล่าวข้างต้น แต่จะใช้วิธีประเมิน 2 วิธี โดยทั่วไป มีดังนี้ คือ

3.1 วิธีอาศัยเกณฑ์ ซึ่งเป็นการตรวจสอบหรือการประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลองที่นิยมประเมินจะเป็นชุดการสอน สำหรับกลุ่มกิจกรรม หรือชุดการสอนที่ใช้ในศูนย์การเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เป็นเกณฑ์ประเมินสำหรับเนื้อหาประเภทความรู้ความจำ และใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ ความหมายของตัวเลข เกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว มีความหมายดังนี้คือ 90 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในแบบทดสอบระหว่างไปงานทดลอง ซึ่งประกอบด้วยผลการปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ โดยนำคะแนนที่ได้จากการวัดผลการกิจทั้งหลาย ทั้งรายบุคคลและกลุ่มย่อยทุกชิ้นมารวมกัน (Posttest) ของนักเรียนทุกคนนำมาคำนวณหาค่าร้อยละเฉลี่ย ก็จะได้ค่าตัวเลขทั้งสอง เพื่อนำไปเปรียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไปเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ผลิตได้นั้น กำหนดไว้ 3 ระดับ (ฉลองชัย สุรวัฒนาบุรณ์: 2540) ดังนี้คือ

3.1.1 สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5%

3.1.2 เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5 %

3.1.3 ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำ 2.5 % ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

สูตรการคำนวณหาค่าร้อยละมีดังนี้

$$E_1 = \left[ \frac{\sum \mathcal{X}}{N} \right] \times 100\%$$

$$E_2 = \left[ \frac{\sum F}{N} \right] \times 100\%$$

- เมื่อ  $E_1$  = ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทดลอง
- $E_2$  = ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนทดลอง
- $\Sigma X$  = คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียนทดลองที่เรียนทำได้
- $\Sigma F$  = คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียนทดลองที่เรียนทำได้
- $N$  = จำนวนนักเรียน
- $A$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
- $B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.2 วิธีไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของนักเรียน ภายหลังจากที่เรียนจากสื่อ (Posttest) นั้นแล้วว่าสูงกว่าผลสอบก่อนเรียน (Pretest) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่านักเรียนได้คะแนนหลังการทดลองสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพการตั้งเกณฑ์ในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น อาศัยการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ของบลูม (Bloom) ที่กล่าวว่า การที่จะยอมรับคนใดคนหนึ่งมีความรอบรู้ในเรื่อง คนนั้นจะต้องรอบรู้ในเรื่องนั้น 80-90 % นั่นคือ การที่จะยอมรับว่ามีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมแล้ว หรือสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายแล้วจะต้องทำได้ถึงระดับที่กำหนดนี้

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีอาศัยเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือการปฏิบัติการทดลองคือ 80/80

### การสร้างใบงานทดลอง

ใบงานทดลอง (Laboratory Sheet หรือ Lab Sheet) หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงาน หรือเป็นคำแนะนำนักเรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ หรือเป็นคำแนะนำนักเรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานทดลองนั้น ไม่มีขนาดและขอบเขตเนื้อหาที่จำกัดแน่นอน ใบงานทดลองหนึ่งอาจมีขนาดเล็กที่มีความยาวไม่ถึงหนึ่งหน้ากระดาษ หรืออาจเป็นใบงานทดลองขนาดใหญ่ที่มีความยาวมากกว่า 10 หน้าขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสาระเนื้อหาที่ทำการทดลอง พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาและข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานทดลอง ชูศักดิ์ เปลี้นภู (2545)

การพัฒนาใบงานทดลองนั้น ควรจะพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนทดลอง
2. หลักการตั้งชื่อเรื่อง

### 3. คุณสมบัติของใบงานทดลอง

#### 4. หลักการที่ใช้ในการสร้างใบงานทดลอง

ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนทดลอง (Laboratory concept)

#### 1. ลักษณะของเนื้อหาที่เหมาะสมในการเรียนการสอนควรประกอบด้วย

- 1.1 เนื้อเรื่องที่พัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การสอบสวน การแก้ปัญหา
- 1.2 เป็นเรื่องที่พัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การสอบสวน การแก้ปัญหา
- 1.3 เป็นเรื่องที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ
- 1.4 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญ ของอุปกรณ์ เครื่องมือ
- 1.5 เป็นเรื่องที่สามารถฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน
- 1.6 ให้อรรถกถาและคู่เคียงกับกลไกของเครื่องมือและอุปกรณ์
- 1.7 พัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุ
- 1.8 พัฒนาความรอบคอบในการทำงาน
- 1.9 สร้างเสริมจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

#### 2. หลักในการตั้งชื่อเรื่อง ลักษณะที่ดีของชื่อการทดลองควรอาศัยหลักการดังนี้

- 2.1 ใช้ภาษาที่ง่ายรัดกุม
- 2.2 มีลักษณะที่ทำหาย ชวนให้ศึกษา
- 2.3 มีความหมายแสดงให้เห็นภาพพจน์ของงานที่แท้จริง

#### 3. คุณสมบัติของใบงานทดลองที่ดี

- 3.1 ครอบคลุมเนื้อหามากที่สุด ในหนึ่งใบงานทดลอง
- 3.2 พัฒนาความสามารถได้มากที่สุด
- 3.3 มีปัญหาในการปฏิบัติน้อย คือ ข้อมูลชัดเจนตรงประเด็น กะทัดรัดและเหมาะสม
- 3.4 นักเรียนช่วยตนเองได้มากที่สุด

- 3.5 สามารถจัดเป็นระบบได้มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ มีจำนวนใบงานทดลองน้อย

ลงทุนน้อยและได้ผลมากที่สุด

#### 4. หลักการที่ใช้ในการสร้างใบงานทดลอง (Laboratory Sheet)

การสร้างใบงานทดลอง (Lab Sheet) ที่ดีนั้น ต้องอาศัยหลักการและองค์ประกอบหลายประการ เพื่อการสร้างใบงานทดลอง (Lab Sheet) ที่ดีนั้น ต้องอาศัยหลักการและองค์ประกอบหลายประการเพื่อให้งานการศึกษาทดลองปฏิบัติที่มีความหมายต่อนักเรียน โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ท้าทายความคิดอันจะนำไปสู่การค้นคว้าที่ซับซ้อนได้ ในด้านหลักการสร้างใบงานทดลองปฏิบัติการนั้น อาศัยหลักการสอนทดลองปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญคือ

4.1 กำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการดำเนินการและการให้ข้อมูลที่เหมาะสม

4.2 การร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่พัฒนาความรู้และทักษะให้มากที่สุด

องค์ประกอบของใบงานทดลอง มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ใบงานทดลอง อาจมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่งแต่ไม่ว่ารูปแบบจะเป็นอย่างไร ใบงานทดลอง (Lab Sheet) ควรจะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลองและการวางแผน

1.1 วัตถุประสงค์ของการทดลองจะต้องกำหนดให้ครอบคลุมความสามารถตามพหุพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนการทดลองแต่ละเรื่องนั้น โดยไม่ให้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปมากนักอาจจะมีได้ตั้งแต่ 1 ถึง 3 วัตถุประสงค์ ซึ่งภายใต้วัตถุประสงค์ทั่วไปนั้น จะมีวัตถุประสงค์จำเพาะซึ่งเป็นรายละเอียดครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั่วไปทั้งหมด

1.2 ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง (Needs and scope of the experiment) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผลและประโยชน์ของการฝึกหัดทดลอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นเตรียมตัวได้ถูกต้อง

1.3 การวางแผน (Planning and organizing) เป็นข้อมูลและแนวคิดสำหรับการดำเนินงานให้นักเรียน ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ เรื่องของวงจรที่ทำการทดลองหรือเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่ใช้การทดลอง ปัญหาและอุปสรรคที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

2. ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information) คือ ข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนได้อาศัยหลักในการวางแผนดำเนินงานและเป็นข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาด เพื่อที่จะได้เตรียมตัวหาข้อมูลหรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ข้อมูลดังกล่าวได้แก่

2.1 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมือ อุปกรณ์ ข้อควรระวัง หรือปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

2.2 ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry behavior) เป็นการระบุว่านักเรียนที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถหรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของ หรือนักเรียนได้

2.3 ความรู้ในเนื้อหาวิชา เป็นข้อมูลในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญและชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎีในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง



3. ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural information) ข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดไว้ในงานแต่ละเรื่องได้ลักษณะของงานนี้ควรเป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การวางแผนการปฏิบัติจริง ๆ จากการร่างแบบของงานการกำหนดวงจรและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนกระทั่งถึงคำแนะนำต่าง ๆ สามารถแยกออกได้เป็นคำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน และคำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำในการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

3.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง (Experimental planning) ข้อมูลในขั้นนี้อาจเป็นในรูปของคำสั่งให้ปฏิบัติหรือให้แนวคิดในการเริ่มงานทดลอง เช่น การเสนอรูปแบบของการทดลอง

3.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือ เป็นการกำหนดชนิดประเภทของเครื่องมือทำการทดลอง หรือเป็นการให้แนวคิดในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือพร้อมทั้งตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

3.1.3 ข้อมูลในการดำเนินงานทดลอง เป็นข้อมูลที่แนะนำข้อปฏิบัติ ตั้งแต่การเริ่มงานสร้างวงจรทดลองและการต่อสายติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

3.2 คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection Process) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับแต่งเครื่องมืออุปกรณ์หรือตั้งอัตราวัด เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองที่เหมาะสมข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย

3.2.1 การสังเกต (Observation) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เช่น ให้ปิดเครื่อง ปรับค่าความต้านทาน การกำหนดย่านของการทดลองและสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้นที่ควรจะเป็น

3.2.2 การรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้ (Data collection) หลังจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองนักเรียนจะต้องรวบรวมและบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างมีระบบประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้นี้ย่อมขึ้นอยู่กับวางแผนการทดลอง โดยเฉพาะย่านของการทดลองที่เหมาะสม การดำเนินงานเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ได้นี้จะทำในรูปของการรวมกลุ่มของข้อมูลตามความเหมาะสมหรือจัดทำตารางข้อมูลเพื่อความสะดวกในการวินิจฉัย

3.2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน (Conclusion of report)

ใบงานทดลองที่ดีนั้นจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำให้นักเรียนแสดงผลลัพธ์ที่ได้ อย่างมีระบบและสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสม ข้อมูลภายในใบงานทดลองจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำรายงานและสรุปผลการทดลองได้ ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิดหรือหัวข้อที่ให้นักเรียนหาข้อมูลสนับสนุน ข้อมูลประกอบด้วย

1. ข้อมูลที่ช่วยในการเสนอข้อมูล (Presentation of data) เป็นขั้นเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในรูปลักษณะของเอกสารรายงาน การเสนอข้อมูลลักษณะนี้อาจต้องทำอย่างมีระบบ โดยการจัดทำข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน อาจจะทำในลักษณะของตารางตัวเลขหรือในรูปของแผนภูมิต่าง ๆ ใบงานทดลองที่ดีจะต้องกำหนดหรือเสนอแนะแนวทางให้ผู้ปฏิบัติ สามารถดำเนินการได้ตามต้องการ
2. ข้อมูลที่ช่วยในการตีความหมายข้อมูล (Interpretation of data) ใบงานทดลองจะให้ข้อมูลนำแก่นักเรียนในการจับประเด็นของข้อมูล วิธีการสรุปผลจากกลุ่มของข้อมูลที่มีอยู่ การเลือกตัวแปรและการคำนวณหาผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การให้ข้อมูลในเรื่องนี้อาจมีความละเอียดมากน้อยต่างกันตามประเภทของการทดลอง
3. ข้อมูลที่ช่วยในการอ้างอิงหลักการ (Reference of data) เป็นขั้นตอนของการเขียนรายงานโดยอาศัยหลักทฤษฎีและอาศัยหลักต่าง ๆ อ้างอิง ประกอบด้วย
  - 3.1 การสรุปรวมของการค้นพบ (Generalization of finding)
  - 3.2 การนำเอาผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน (Implication of finding)
  - 3.3 การพยากรณ์ผลที่อาจเกิดขึ้นจากสิ่งอื่น (Prediction behavior of other material)
  - 3.4 การประเมินผลของการทดลอง (Critical approach of experimental Procedure and Finding) เป็นการประเมินในเชิงวิจารณ์เกี่ยวกับกระบวนการทดลองและผลลัพธ์ของการทดลองใบงานทดลองที่ดี ควรจะให้ข้อมูลด้วยการเสนอแนะหรือกระบวนการตั้งคำถามเพื่อนำทางให้ผู้ปฏิบัติสามารถหาข้อมูลเกี่ยวข้องมาสนับสนุนผลลัพธ์สำหรับการเขียนรายงานที่ถูกต้อง
4. ลักษณะบางประการของการเขียนรายงาน (Lab Report) การรายงานเป็นส่วนสำคัญของการทดลอง เพราะเป็นส่วนที่แสดงถึงความเข้าใจในการทดลอง
5. แผนภูมิ (Diagrams) บางครั้งการเขียนรายงานต้องอาศัยรูปหรือวงจรประกอบคำอธิบาย ทั้งนี้ก็แล้วแต่เหตุการณ์
6. การอภิปรายผล (Discussion of Result) ขั้นตอนนี้มีความสำคัญ คือ จะเป็นขั้นที่แสดงออกถึงความสามารถเชิงความคิดของนักเรียนในการให้เหตุผลของการค้นพบ ด้วยการมีหลักฐานอ้างอิงอย่างสมบูรณ์ ความเชื่อถือได้ (Reliability) ของการทดลองเป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่จะทำให้ผลงานได้ยอมรับจากผู้อื่น ในกรณีนี้นักเรียนจะต้องหาข้อมูลพิสูจน์ความเชื่อถือของข้อมูลในรายงานให้ได้
7. ข้อสรุป (Conclusion) เป็นการสรุปเรื่องที่ต้องอาศัยความสามารถของการใช้ภาษาด้วยการใช้คำบรรยายที่มีความชัดเจน สั้นและรัดกุม

8. หลักฐานอ้างอิง (Reference) เป็นการแสดงหลักฐานของข้อมูลที่น่ามาใช้ในการประกอบการอ้างอิงหรือสรุปเรื่อง การอ้างอิงเป็นเรื่องสำคัญที่จะสร้างความเชื่อถือจากผู้อื่น เท่าที่กล่าวนี้เป็นลักษณะรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายงานการทดลอง (Lab Report) ซึ่งการทดลองแต่ละประเภทนั้น มีความต้องการรายงานไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่อันหนึ่งที่ใบงานทดลองต้องให้คำสั่งหรือคำแนะนำที่เหมาะสมและชัดเจน

9. ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information) หมายถึง ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ปฏิบัติงานการตรวจสอบในเรื่องนี้ข้อมูลที่เป็นคำถามในใบงานทดลองนั้น อาจเป็นลักษณะของคำถามที่แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

9.1 คำถามในเนื้อหาการทดลอง (Assessment Question) คือ ข้อมูลที่เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติโดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการทำงานแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการทดลองโดยตลอด

9.2 คำถามเชิงวิจารณ์ (Critical Question) เป็นคำถามที่ค่อนข้างจะออกไปนอกเรื่องของงานเป็นการประเมินความสามารถในการมองภาพรวมของเรื่อง (Generalize) ที่ทำทั้งหมด และสามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการทดลองนั้น ไปใช้ในงานอื่นได้เพียงไร ซึ่งมักจะเรียกว่า การถ่ายโยงความรู้ (Transfer of learning) ข้อมูลที่ใบงานทดลองควรจะให้ในขั้นนี้ คือ การตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิดในลักษณะของความคิดตรรกะในเรื่องที่เรียนรู้อยู่แล้ว นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

### ขั้นตอนการสร้างใบงานทดลอง

การสร้างใบงานทดลองมีขั้นตอนใหญ่ ๆ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นการศึกษาสำรวจข้อมูล และขั้นสร้างใบงานทดลอง ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นการศึกษาสำรวจข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้สร้างใบงานทดลองจะต้องศึกษารายละเอียดของกิจกรรมที่ใช้ในการทดลองตั้งแต่ต้นจากการวางแผนการทดลองจนสรุปผลการทดลอง ผู้สร้างจะต้องพิจารณาขั้นตอนการดำเนินงานอย่างละเอียด พร้อมทั้งสำรวจความรู้ความสามารถและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างใบงานทดลองกิจกรรมสำหรับการศึกษาข้อมูลควรมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 การกำหนดชื่อเรื่องของการทดลอง ชื่อของใบงานทดลองควรจะต้องมีความหมาย ได้รับความสนใจ สามารถบอกขอบเขตความกว้างและความลึกของเนื้อหา ที่เกี่ยวข้องกับงานการทดลอง และมีความรัดกุมพอสมควร

1.2 การศึกษารายละเอียดของเนื้อหา ในการทดลองเกี่ยวกับเรื่องใดก็ตามผู้สร้างใบงานทดลองควรจะทำรายการรายละเอียดของเนื้อหาเป็นอย่างดี การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในเชิงวิเคราะห์และเขียนออกมาในภาษาเขียนจะทำให้ผู้สร้างมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ภายในเนื้อหาเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี และมองเห็นขั้นตอนของการทดลองที่ควรจะเป็นได้อย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการสอนที่เหมาะสมได้ (Teaching Point)

1.3 การกำหนดวัตถุประสงค์ จากการวิเคราะห์เนื้อหาการทดลองจะช่วยให้ผู้สร้างใบงานทดลอง สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองได้อย่างเหมาะสม ซึ่งวัตถุประสงค์การทดลองนั้นควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1.3.1 วัตถุประสงค์ทางวิชาการ (Concept Objective) หมายถึง วัตถุประสงค์ที่ได้จากเนื้อหาสาระของทฤษฎีที่เกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) หรือเป็นความสามารถอื่นที่เกี่ยวกับเนื้อหาการทดลอง

1.3.2 วัตถุประสงค์นอกเหนือด้านวิชาการ (Development Objective) หมายถึง วัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับการพัฒนาบุคลิกภาพ เช่น ความสามารถในการเสาะแสวงหาข้อมูล ความมีระเบียบความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

1.3.3 การกำหนดขั้นตอนของการทดลอง ผู้สร้างใบงานทดลองพิจารณาวิธีการทดลองที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาของวิชา โดยพิจารณาจากประสบการณ์ของผู้สร้างใบงานทดลองเองผู้สร้างจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่คิดว่านักเรียนจะได้รับการเรียนรู้ การพัฒนาความสามารถได้ดี และรวดเร็วที่สุด และกำหนดขั้นตอนของวิธีนั้นให้ชัดเจนในใบงานทดลอง

1.3.4 การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) หมายถึง การนำเอารายละเอียดของงาน มาพิจารณาเพื่อหาองค์ประกอบด้านคุณสมบัตินักเรียน ชนิดของการเรียน เงื่อนไขหรืออุปสรรคของการทำงานเพื่อช่วยให้การทำงานได้ผลในการนำเอาขั้นตอนของการดำเนินงานมาพิจารณาหาองค์ประกอบของความสามารถ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ สามารถพิจารณาวิเคราะห์รายละเอียดภายในได้ดังนี้

1) ขั้นตอนปฏิบัติงาน เป็นการพิจารณาขั้นตอนที่มีความสำคัญ และจำเป็นจะต้องมีในใบงานทดลองควรมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง โดยในใบงานทดลองหนึ่งอาจจำแนกขั้นตอนออกไปตามกลุ่มงาน (Operation) ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อหาสาระของเรื่องที่ทำใบงานทดลองนั้น ๆ

2) วัตถุประสงค์จะเป็นการพิจารณากำหนดวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงาน (Operation) แต่ละกลุ่มงานว่าในการปฏิบัติงานกลุ่มนี้ เพื่อวัตถุประสงค์อะไร

3) เครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นการพิจารณารายการของเครื่องมือและอุปกรณ์ ตลอดจนวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละกลุ่มงาน (Operation)

4) ลักษณะงานเป็นการจำแนกลักษณะงานที่ต้องใช้ความสามารถทางสมอง (Cognitive task) หรือความสามารถทางกาย (Action task) ซึ่งจะใช้ในการพิจารณาหาความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องต่อไป

5) ความรู้และทักษะเป็นการพิจารณาหาความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานทดลองทุกขั้นตอน โดยการพิจารณาจากลักษณะของงานที่ได้จำแนกไว้แล้ว ว่าส่วนใดเป็นความรู้และส่วนใดเป็นทักษะ ซึ่งข้อมูลที่ได้ จากการวิเคราะห์งานทั้ง 5 ขั้นนี้จะเป็นข้อมูลนำไปใช้ในการสร้างใบงานทดลองต่อไป

2. ขั้นสร้างใบงานทดลอง (Lab Sheet) คือ การนำข้อมูลที่ได้ศึกษาวิเคราะห์มาแล้วมาจัดรวมกันตามหมวดหมู่ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลแนะนำผู้ปฏิบัติงานให้สามารถดำเนินการทดลองได้ตามที่กำหนด สามารถที่จะดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การตั้งชื่อใบงานทดลอง (Lab sheet) โดยการศึกษารายละเอียดของเนื้อหา การกำหนดชื่อการทดลองและการจำกัดขอบเขตของชื่อการทดลอง

2.2 การออกแบบวงจรทดลอง เริ่มจากระบบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง กำหนดเครื่องมือและอุปกรณ์ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวงจร

2.3 ขั้นการวิเคราะห์งาน มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 การตั้งวัตถุประสงค์ของการทดลอง (Primary Objective)

การพิจารณา Parameter การกำหนดสมมติฐาน และการพิจารณาพฤติกรรม

2.3.2 การกำหนดกลุ่มงาน (Operation)

การเขียนคำอธิบายลักษณะของกลุ่มงาน (Operation Description) การกำหนดงาน (Task) และการเขียนคำอธิบายลักษณะของงาน (Task Description)

2.3.3 การกำหนดเครื่องมืออุปกรณ์

2.3.4 การกำหนดวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน (Operation)

2.3.5 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์

2.3.6 การกำหนดความรู้

2.3.7 กำหนดทักษะ

2.4 ขั้นตอนการสรุปผลการวิเคราะห์งาน

2.4.1 การพิจารณาขั้นตอนของการทดลอง

2.4.2 การพิจารณาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

- 2.4.3 การพิจารณารวบรวมวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน (Operation)
- 2.4.4 การพิจารณาความรู้ (Knowledge) ที่เกี่ยวข้อง
- 2.4.5 การพิจารณาทักษะ (Skill) ที่เกี่ยวข้อง
- 2.4.6 การพิจารณาวัตถุประสงค์ของใบงานทดลอง
- 2.5 ขั้นตอนการพัฒนาข้อมูลในใบงานทดลอง
  - 2.5.1 การเขียนข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural Information)
  - 2.5.2 การเขียนข้อมูลสำหรับสรุปผลลัพธ์ (Concluding Information)
  - 2.5.3 การเขียนข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information)
  - 2.5.4 การเขียนข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทดลอง (Background Information)
  - 2.5.5 การเขียนข้อมูลทั่วไป (Introducer Information)

จากข้อมูลที่ได้กล่าวนี้จะสรุปได้ว่า การเขียนข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบของใบงานทดลอง โดยใบงานทดลองและชุดทดลองที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ จะได้มาจากรายละเอียดของการวิเคราะห์ คัดเลือกเนื้อหาความสามารถขณะปฏิบัติการทดลอง โดยใบงานทดลองการกำหนดวัตถุประสงค์ การสอนและความต้องการเพื่อครอบคลุมความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีไฟฟ้า รายละเอียดข้อมูลเหล่านี้ จึงทำให้สามารถเขียนใบงานทดลองได้

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

#### งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยสรุปผลวิจัยได้ดังนี้

ธนิต บุญใส (2533) ได้ทำการสร้างและทดลองเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดประลอง วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรการเรียนการสอน ในสาขาวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ในระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรวิชา ได้กำหนดให้เรียนวิชาปฏิบัติอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ซึ่งจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์การประลองประกอบการเรียนภาคปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษาได้รับความรู้ ความเข้าใจอย่างถูกต้องเห็นจริงตามทฤษฎีที่เรียนไป แต่การจัดหาชุดประลองที่มีประสิทธิภาพ ยังมี ปัญหาในด้านราคา การใช้งาน และความสอดคล้องกับหลักสูตรวิชาซึ่งเป็นผลต่อการเรียนการสอน เป็นอย่างมาก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดลองหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ของชุดประลองวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้สร้างชุดประลอง ซึ่งมีแผนผังต่อวงจร แผนผังอุปกรณ์พร้อมใบประลอง และแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหา 8 เรื่อง คือ

1. การประลองเรื่อง สารกึ่งตัวนำไดโอด
2. การประลองเรื่อง ซีเนอร์ไดโอด
3. การประลองเรื่อง ไบโพลาทรานซิสเตอร์
4. การประลองเรื่อง เจฟท์
5. การประลองเรื่อง ยู เอ ที
6. การประลองเรื่อง เอส ซี อาร์
7. การประลองเรื่อง ไคแอก / ไตรแอก
8. การประลองเรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำงานด้วยแสง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี จำนวน 20 คน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบ หลังทำการประลอง ของนักศึกษา และคะแนนสอบรวบยอด หลังจากนักศึกษาทำการประลองครบทุกหัวเรื่อง ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 89.16/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 ตามสมมติฐานของการวิจัย

จิราภรณ์ จันแดง (2540) ได้ทำการทำการศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เนื้อหาวิชาของชุดประลองครอบคลุม 12 หัวเรื่อง ทำการทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.54/81.10

ประชา เลียบสื่อตระกูล (2540) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวงจรไฟฟ้า 1 เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลจำนวน 6 บทเรียนและการสอนปกติกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานีกลุ่มละ 20 คน พบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85.65/84.75 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จริต จุลวานิช (2541) ได้ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชุดการสอนประกอบด้วยคู่มือการสอนและสื่อการเรียนการสอนนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้าแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ระดับ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พระนครเหนือ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 30 คน แล้วนำคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับคะแนนแบบทดสอบ หลังเรียนจบมาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอนได้เท่ากับ 82.021/84.046 สูงกว่าที่ตั้งสมมติฐานไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บงการ ไวโสภา (2542) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องวงจรมัลติไวมัลเตอร์ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดแบบเรียนสำเร็จรูป การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และชุดแบบเรียนสำเร็จรูป ในเนื้อหาเรื่องวงจรมัลติไวมัลเตอร์ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดแบบเรียน สำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 สาขาวิชาไฟฟ้าทั่วไป ภาคปกติ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนแรกเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นกลุ่มทดลอง ห้องเรียนที่สองเรียนด้วยชุดแบบเรียนสำเร็จรูป เป็นกลุ่มควบคุม หลังจากเรียนจบในแต่ละหน่วยเรียนผู้วิจัยให้ทำแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน เมื่อเรียนครบทุกหน่วยเรียน ผู้วิจัยให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และสรุปผลการวิจัย ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 80.77/85.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ชุดแบบเรียนสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ชุมพล ปทุมมาเกษตร (2544) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาวงจรพัลส์ และสวิตซิง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรพัลส์และสวิตซิง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนวิชาวงจรพัลส์และสวิตซิงที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพะเยา จำนวน 40 คน ได้ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทำการแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนแรกเรียนด้วยชุดแผ่นใส เป็นกลุ่มควบคุม ห้องเรียนที่สองเรียนด้วยชุดนำเสนอ โดยใช้เพาเวอร์พอยต์ เป็นกลุ่มทดลอง แล้วจึงทำการสอนด้วยชุดการสอนหลังจากเรียนจบในแต่ละหัวข้อเรื่องผู้วิจัยให้ทำแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน



เมื่อจบบทเรียนครบทุกหัวข้อเรื่อง แล้วทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนน มาวิเคราะห์ทางสถิติและสรุปผลการวิจัยผลการวิจัยปรากฏว่าชุดนำเสนอโดยใช้พาเวอร์พอยต์มีประสิทธิภาพร้อยละ 83.75 /81.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

วารุณี ศรีสงคราม (2544) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการประลองเรื่องการควบคุมด้วยระบบนิวเมติก ระหว่างการเรียนโดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์กับการเรียนแบบปกติ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์กับการเรียนแบบปกติกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตวังไกลกังวล ปีการศึกษา 2540 จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มทดลองทำการประลองบนโมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ ก่อนปฏิบัติงานบนชุดประลองนิวเมติกส่วนกลุ่มควบคุมทำการประลองแบบปกติ ด้วยชุดประลองนิวเมติก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือครู ใบประลอง และโปรแกรมโอโตเมชัน การเก็บข้อมูลใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบ ความแตกต่างด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์กับการเรียนแบบปกติแตกต่างกันที่ระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้งด้านพุทธิพิสัย และทักษะพิสัย โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้โมดูล การจำลองทางคอมพิวเตอร์ ก่อนการปฏิบัติงานบนชุดประลองนิวเมติก จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่าสำหรับความพึงพอใจทางการเรียนจากแบบสอบถามพบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยโมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติงานบนชุดประลองนิวเมติก ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในบทเรียนที่ช่วยให้มีความรู้ ทักษะการนำไปประยุกต์บุคลิกภาพและเจตคติต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้น

เสกสันต์ จันรัตน์ (2545) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง เรื่องระบบนิวเมติกส์ในรหัสวิชา 31000108 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดประลองเรื่องระบบนิวเมติกส์ในรหัสวิชา 31000108 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ซึ่งชุดประลองเรื่องระบบนิวเมติกส์ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนในวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และหลังการเรียน นักศึกษาจะได้คะแนนในวิชาที่เรียนเรื่องระบบนิวเมติกส์ดีกว่าก่อนเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย ใบเนื้อหา สื่อและใบประลอง จำนวนทั้งสิ้น 20 ใบประลอง

โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 18 คน เพื่อทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบท้ายใบประลองแต่ละใบประลองและแบบทดสอบรวมทุกใบประลอง และสร้างแบบสอบถามประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับการสร้างใบประลอง ชุดประลอง และประสิทธิภาพของชุดประลอง ผลของการวิจัยพบว่าชุดประลองเรื่องระบบนิวแมติกส์ในรหัสวิชา 31000108 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษาพุทธศักราช 2540 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.66/87.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและหลังจากการประลองตามนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น .05 โดยใช้ t-test ส่วนด้านความคิดเห็นจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษายอยู่ในเกณฑ์ดี

สมาน กาญจนพฤษ (2545) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่อง วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม PSpice for Windows การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพใบงานทดลอง ที่สร้างจากการประยุกต์ใช้โปรแกรม PSpice เข้ากับการเรียนการสอนวงจรไฟฟ้า ในลักษณะกึ่งเรียนและกึ่งทดลอง โดยมีสมมติฐานว่าการสอนลักษณะดังกล่าว จะทำให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าตลอดย่านการวัด ซึ่งจะยังให้เกิดความสามารถในเนื้อหาวิชาระดับการนำไปใช้ได้ดีกว่าการเรียนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยใบงานทดลองที่ใช้ ซอร์ฟแวร์ โปรแกรม PSpice Windows แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยเชื่อว่าใบงานจะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ใบงานทดลองที่ใช้ ครอบคลุมเนื้อหา 4 กลุ่มคือ กลุ่มเนื้อหากำลังไฟฟ้ากระแสสลับ กลุ่มเนื้อหาความถี่รีโซแนนซ์ กลุ่มเนื้อหาผลตอบสนองชั่วคราว และกลุ่มเนื้อหาอนุกรมฟูเรียร์ สร้างด้วยการวิเคราะห์หาจุดสำคัญที่เป็นหลักการ และมโนทัศน์จากเนื้อหาทั้ง 4 กลุ่มได้สร้างใบงานทดลอง 8 ใบงาน ตามหลักการของ Conventional Laboratory จากประเด็นเนื้อหาที่วิเคราะห์ได้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้เห็นชอบในรายละเอียดของใบงานที่สร้างขึ้นทุกใบงาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในเนื้อหาแต่ละกลุ่มเป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 70 ข้อ โดยข้อสอบทั้งฉบับได้แบ่งตามเนื้อหา และระดับความสามารถของการเรียนรู้ การเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องความตรงในการวัดพฤติกรรมที่ต้องการ ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6-1.0 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.34 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.38 และค่าความเชื่อมั่นที่ 0.85 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูง การหาประสิทธิภาพของใบงานทดลองที่สร้างขึ้น ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเขียงราย จำนวน 20 คน ในขั้นแรกนั้นได้มีการปรับความรู้หลังเรียนครบทุกใบงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยที่ระหว่างเรียนนั้นมีการสุ่มสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนด้วยแบบสังเกตที่สร้างขึ้น โดยเฉพาะ ทั้ง 8 ใบงาน พบว่านักศึกษาร้อยละ 91.54 ปฏิบัติ การทดลองได้

แต่ละชั้นโดยไม่ซักถามใคร และนักศึกษาจำนวนร้อยละ 8.64 ทำการทดลองได้ ต่อเมื่อได้รับการช่วยเหลือจากเพื่อนหรืออาจารย์ ดังนั้น จากผลรวมการวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าใบงานที่ ผู้ทดลองพัฒนาขึ้นนั้น เป็นใบงานทดลองที่มีความสมบูรณ์สามารถเอื้อต่อการเรียนทดลอง ได้ดีผลการวิจัยพบว่า ใบงานชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยคะแนนระหว่างเรียนร้อยละ 91.78 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 85.78 ประสิทธิภาพของใบงานมีค่า  $91.78/85.78$  สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปได้ว่า ใบงานทดลองโดยใช้โปรแกรม PSpice ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

พรชัย อุ่มอั้งวะ (2548) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 5 ชุดใช้ร่วมกับ ใบงานทดลอง 4 ใบงานแล้วทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยสารพัดช่างชัยภูมิ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการหา ประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยสำหรับทำแบบทดสอบ ระหว่างเรียน (E1) ได้เท่ากับ 82.00 และคะแนนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2) ได้เท่ากับ 80.75 ดังนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลอง (E1/E2) มีค่าเท่ากับ  $82.00/80.75$  แสดงว่าชุดทดลอง มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษากลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ผลคะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า ก่อนเรียน 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง อยู่ในระดับมากคะแนนเฉลี่ย 4.24 คะแนน เมื่อพิจารณาแยกรายข้อมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย ดังนี้คือ ความเหมาะสมของชุดทดลองกับสาระการเรียนรู้รายวิชานี้หรือไม่ 4.40 คะแนน การเรียนด้วยชุดทดลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทดลองเพียงใด 4.3 คะแนน การเรียนโดยใช้ชุดทดลองในลักษณะนี้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเพียงใด 4.25 คะแนน ค่าที่วัดจากชุดทดลองมีความสอดคล้องถูกต้องกับทฤษฎีเพียงใด 4.20 คะแนน ชุดทดลองมีขนาดและลักษณะเหมาะสมกับเรื่องของการทดลองเพียงใด 4.20 คะแนน ชุดทดลองสามารถใช้งานง่ายเพียงใด 4.20 คะแนน ใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบกับชุดทดลองมีลำดับขั้นตอนการทดลองชัดเจนเข้าใจง่ายเพียงใด 4.10 คะแนน ใบงานการทดลองมีข้อมูลในการทดลองเพียงใด 3.95 คะแนน

เชษฐา เจริญสุข (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ด้วยวงจรดิจิทัล อีเล็กทรอนิกส์ เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลองและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้เรียน โดยใช้ชุดทดลองเป็นสื่อในการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ด้วยวงจรดิจิทัลอีเล็กทรอนิกส์พร้อมใบงานประกอบการทดลอง 5 ใบงาน

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสังเกตพฤติกรรมผู้ทดลอง 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนกับการเรียนด้วยชุดทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยเทคนิคจะเชิงเทรา จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอบวัดก่อนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบค่าที (t-test) และวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของชุดการสอนด้วยค่า  $E_1/E_2$  ผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ ด้วยวงจรดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81/78.11 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนมีพฤติกรรมกาปฏิบัติกาทดลองอยู่ในเกณฑ์ดีและมีความพอใจที่ได้เรียนจากชุดทดลองอยู่ในระดับมาก

สมเกียรติ วัฒนปรีชากุล (2549) ทำการศึกษาเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตรจินดา กรุงเทพมหานครกลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 36 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 18 คน กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการเรียนแบบรายบุคคล กลุ่มที่ 2 ใช้วิธีการเรียนแบบกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 83.47/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

อังคณา อัดถาพร (2549) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ร่วมกับใบงานทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ร่วมกับใบงานทดลอง 2) เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลอง 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนทดลองด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ กับกลุ่มที่เรียนทดลองด้วยใบงานแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์และใบงานทดลอง 2) แบบสังเกตพฤติกรรมกาเรียนทดลองของนักเรียน 3) แบบสอบถาม 4) แบบทดสอบกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 วิทยาเขตเทคนิคอุดรธานี จำนวน 32 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบง่าย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 16 คน กลุ่มทดลองเรียนด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยใบงานแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอบวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนและหลังการเรียนทั้งสองกลุ่ม และวิเคราะห์ผลโดยใช้การทดสอบค่า t-test ผลการวิจัยพบว่ากาเรียนทดลองด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ มีประสิทธิภาพ 81.38/81.25 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ สูงกว่าของนักศึกษาที่เรียนด้วยใบงานแบบปกติ

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักศึกษากลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการเรียนทดลองในระดับที่ดี และนักศึกษากลุ่มทดลองมีความพอใจในการเรียนด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ ในระดับดีมาก

อำนาจ คาราแจ้ง (2549) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างสอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างสอนด้วยชุดการสอนกับการสอน แบบปกติ เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ จำนวน 30 คน ที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ก่อนเข้าสู่บทเรียน ได้ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) แล้วจึงทำการสอนด้วยชุดการสอนในระหว่างการเรียนการสอน ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด และเมื่อจบบทเรียนแล้วทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) อีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบมาคำนวณหาประสิทธิภาพ ชุดการสอน แล้วนำชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพ ไปใช้สอนกับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 30 คน และเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน ซึ่ง 64 เป็น นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยดำเนินการสอนแบบปกติ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบด้วยสถิติทดสอบซี (Z-test) ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.36/80.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และนักเรียนที่ผ่านการเรียนด้วยชุดการสอนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ชัยยุทธ ศศิธร (2554) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมโพนคือ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ชุด 9 แผนวิจัย เวลา 18 คาบ แล้วทำการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมโพนคือสามกลุ่ม คือ กลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนปานกลาง และกลุ่มคะแนนต่ำ รวมจำนวน 25 คน พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนปานกลาง และกลุ่มคะแนนต่ำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับมากค่าเฉลี่ย 4.38

วชรพร กริฑาวัลย์ (2555) ทำการศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐาน ทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการจำนวน 20 คน พบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐานอยู่ที่ระดับ 81.50/80.25 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้เรียนกับชุดทดลองร่วมกับใบงานการทดลองวิชาไฟฟ้า จำนวน 3 ใบงานพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ผลการวิเคราะห์เรื่องความเหมาะสมของรูปแบบชุดทดลอง พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองในระดับมากถึงมากที่สุดคะแนนเฉลี่ย 4.50 -4.67 และมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐานเรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน แบบผสม ในระดับมากถึงมากที่สุด คะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.37-4.70

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาจะเห็นว่า การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองส่วนใหญ่ได้มีการนำไปใช้ปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนได้จริงในหลากหลายวิชา โดยเฉพาะวิชาช่างอุตสาหกรรมเมื่อจัดกลุ่มตัวอย่างให้มีกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลองทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดทดลองเพื่อนำมาใช้ในการเรียนปฏิบัติการทดลองรายวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เกี่ยวกับประเด็นเนื้อหา เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นรูปแบบการปฏิบัติการทดลองอย่างหนึ่งในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

### งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยสรุปผลวิจัยได้ดังนี้

Odubunmi and Balogun. (1991 อ้างถึงใน กัญชวลี สาครไพบูลย์, 2545: 39) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการสอนแบบปฏิบัติการในห้องทดลองและวิธีการสอนแบบบรรยายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความเข้าใจในการเรียนแบบบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 210 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 105 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความเข้าใจในการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการในห้องทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

เดวิส (Davis.1990: 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบกับการสอนตามคู่มือครู ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีวิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล
6. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัศมีวิทยา อำเภอรัตุมิ จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 280 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2556 โรงเรียนรัศมีวิทยา จังหวัดสงขลา จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 38 คน ใช้วิธีการเลือกสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

#### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – experimental research) ตามแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group-Pretest-Posttest) ดังตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
R	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างประชากรที่มาจากการสุ่มเลือกแบบเจาะจง
X	แทน	การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
T <sub>1</sub>	แทน	ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
T <sub>2</sub>	แทน	ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้ชุดทดลองวงจรกระแสตรงจำนวน 10 แผน ใช้สำหรับการสอน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอนโดยใช้ชุดทดลองวงจรกระแสตรง
3. แบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

### การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนในการสร้างและหาประสิทธิภาพดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้ชุดทดลองวงจรกระแสตรงจำนวน 5 แผน ใช้สำหรับการสอน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



1.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 1.3

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสดตรง

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้ชุดทดลองวงจรกระแสดตรงจำนวน 5 แผน ใช้สำหรับการสอน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาและเวลาที่ใช้สอนดังนี้

แผนที่ 1 ปฐมนิเทศ	1 ชั่วโมง
แผนที่ 2 กฎของโอห์ม	4 ชั่วโมง
แผนที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	3 ชั่วโมง
แผนที่ 4 - การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	3 ชั่วโมง
แผนที่ 5 - การต่อวงจรแบบผสม	4 ชั่วโมง

โดยแต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ตัวชี้วัด

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 สาระการเรียนรู้

1.4.5 กิจกรรมการเรียนรู้

1.4.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้

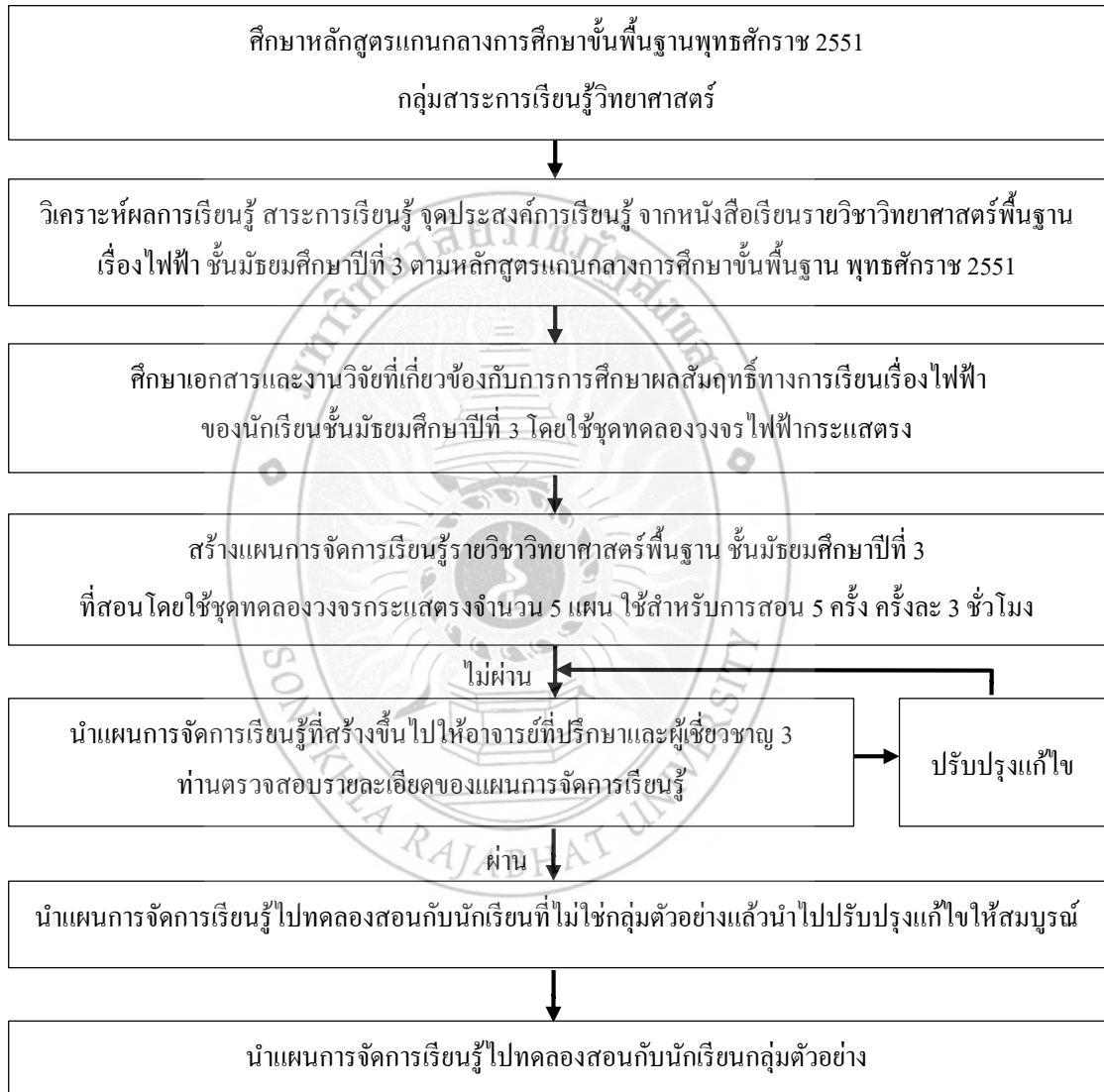
1.4.7 การวัดผลและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงตามข้อเสนอแนะโดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนรัตภูมิ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ที่ไม่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า จำนวน 40 คน

เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผลเวลาที่ใช้แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปสอนจริงกับกลุ่มตัวอย่าง การสร้างและหาคุณภาพของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้สามารถเขียนเป็นแผนผังแสดงขั้นตอน ได้ดัง ภาพ 2



ภาพ 2 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สร้างแบบทดสอบสำหรับใช้ทั้งทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

## 2.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบระหว่างเรียน

ผู้วิจัยได้กำหนดระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของนักเรียนในแต่ละวัตถุประสงค์ของใบงานการทดลองโดยใช้หลักการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ของบลูมและคณะมาจำแนกระดับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน จากนั้นได้นำระดับพฤติกรรมเป็นเกณฑ์ในการออกข้อสอบ

2

2

ศึกษาหลักการสร้างข้อสอบและการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากตำราและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับการวัดและประเมินผล

2.3 คำนึงในการสร้างแบบทดสอบโดยวิเคราะห์จากรายการเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของเนื้อหาทั้ง 4 เรื่อง จากนั้นสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

2.4 นำแบบทดสอบให้อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหา รวมทั้งหมดจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความครอบคลุมของเนื้อหา เพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วทำการแก้ไขปรับปรุง

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้ทำกับนักเรียนที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ซึ่งได้จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนทั้งสิ้น 40 คน

2.6 การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยการนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (Difficulty; P) อำนาจจำแนก (Discrimination; r) และค่าความเที่ยงตรง (Reliability;  $r_{tt}$ )

2.7 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ใช้สูตรคูเดอริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20: KR-20) พิจารณาจากข้อสอบจำนวน 50 ข้อ นำไปทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเป็นนักเรียนในกลุ่มประชากรไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.8 นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.9 นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.10 นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบไปทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มประชากรซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.11 นำแบบทดสอบที่นักเรียนตอบมาแล้วครั้งที่ 2 มาหาค่าความยากง่าย (Difficulty; P) อำนาจจำแนก (Discrimination; r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20; KR-20) เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนทดลองและหลังทดลอง

3. แบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ฉบับ แบบอิงกลุ่มและคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมมาสร้างโดยทำตามขั้นตอนดังนี้ (ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี, 2549)

3.1 กำหนดกรอบเนื้อหาที่จะวัดความพึงพอใจโดยดำเนินการดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสารเกี่ยวกับการสร้างชุดทดลอง ชุดกิจกรรม การเรียนการสอน ใบงานการทดลอง วิธีสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน เกี่ยวกับการเรียนการสอนทดลองด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงร่วมกับใบงานการทดลอง

3.1.2 แบบวัดความพึงพอใจเป็นชนิดมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้คือ

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

3.1.3 ประเด็นที่จะวัดความพึงพอใจเลือกมาจากเนื้อหา

3.1.4 จัดทำแบบวัดความพึงพอใจฉบับร่าง จำนวน 10 ข้อ

3.1.5 ทดลองใช้แบบวัดความพึงพอใจกับนักเรียนจำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความแม่นยำตรงเฉพาะหน้าขั้นต้น

3.1.6 ทดลองใช้แบบวัดความพึงพอใจกับนักเรียนจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความแม่นยำตรงเฉพาะหน้า

3.1.7 ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความแม่นยำตรงเฉพาะหน้าและความแม่นยำเชิงเนื้อหา

3.2 นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ในการแปลความหมายการวัดความพึงพอใจ กำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด  
 สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและคุณภาพของทั้งฉบับ ด้านความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามและแบบทดสอบ มีรายละเอียดในภาคผนวก

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหาร โรงเรียนและผู้เกี่ยวข้องเพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. ดำเนินการติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3

ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงร่วมกับใบงานทดลองที่สร้างขึ้น

4

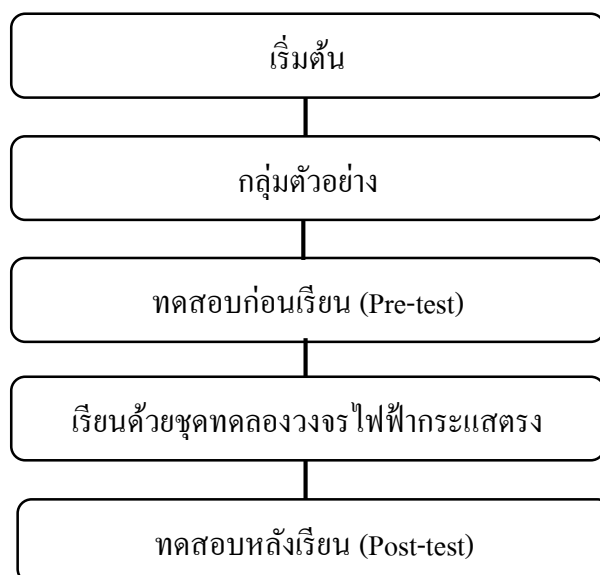
ผู้วิจัยใช้ชุดการทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงร่วมกับใบงานทดลองที่สร้างขึ้นมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างเก็บคะแนนจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนแล้วหาค่าร้อยละของคะแนนรวมเพื่อใช้เป็นค่า  $E_1$

5.

ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหลังจากกิจกรรมการเรียนการสอนทุกกิจกรรมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหาค่าร้อยละของคะแนนเพื่อใช้เป็นค่า  $E_2$

6. ใช้แบบวัดความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง

7. ดำเนินการเก็บข้อมูลตามลำดับการดำเนินการวิจัย ดัง ภาพ 3



ภาพ 3 ลำดับการดำเนินการวิจัย



## วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยให้คะแนน 1 เมื่อเห็นด้วย 0 เมื่อไม่แน่ใจ และ -1 เมื่อไม่เห็นด้วย การวิเคราะห์หาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) สูตรทั่วไปของ IOC คือ

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

เมื่อ X คือ ค่าระดับความแม่นยำ (1, 0, -1)  
N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถามที่มีค่า  $IOC > 0.5$  สามารถนำไปใช้ได้

### 2. การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร KR-20 ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 197-198)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ  $r_u$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด  
p แทน สัดส่วนของคนทำถูกแต่ละข้อ  
q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ  $= 1-p$   
 $S_t^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

ผู้วิจัยจะนำแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 0.7 ไปใช้งานจริง

3

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าความเชื่อมั่น

$k$  แทน จำนวนข้อ

$\sum S_i^2$  แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนของ ข้อสอบแต่ละข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ สามารถดูได้ในภาคผนวก

4. การวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อคำถาม ใช้วิธีวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (difficulty: p)

โดยใช้สูตร ดังนี้ (วัฒนา สุนทรชัย, 2553: 2)

$$p = \frac{R_H + R_L}{2N}$$

เมื่อ  $P$  แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

$R_H$  แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มเก่ง

$R_L$  แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มอ่อน

$N$  แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (ปกติมีจำนวนเท่ากัน)

การพิจารณาเลือกคำถามจะเลือกข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean:  $\bar{X}$ ) คำนวณจากสูตร ชานินทร์ ศิลป์จารุ (2552: 149)

สูตร 
$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum x$  แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ของคะแนนคำนวณจากสูตร (ชานินทร์ ศิลป์จารุ, 2552: 163)



สูตร  $S.D. = \sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{n-1}}$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 X แทน ข้อมูลแต่ละจำนวน  
 $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในชุดนั้น  
 n แทน จำนวนข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3. การหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และชุดทดลองในการวิจัย  $E_1/E_2$  สามารถหาได้จากสูตร (สุธรรม สอนเดือน, 2548: 13)

สูตร  $E_1 = \frac{\frac{\Sigma X}{n}}{A} \times 100$

เมื่อ  $E_1$  แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\Sigma X$  แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองาน (ระหว่างเรียน)  
 A แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองานทุกชิ้นรวมกัน  
 n แทน จำนวนผู้เรียน

$E_2 = \frac{\frac{\Sigma X}{n}}{B} \times 100$

เมื่อ  $E_2$  แทน ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\Sigma X$  แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน  
 B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน  
 n แทน จำนวนผู้เรียน

#### 4. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ การทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางสถิติแบบ t-test แบบ Correlated Samples or Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2554: 165)

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

เมื่อ	$E_2$	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณา $t$ -distributions
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนทดสอบหลังกับก่อนใช้ชุดทดลอง
	$\Sigma D$	แ	ท
			น
			ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังการใช้ชุดทดลองกับก่อนการใช้ชุดทดลอง
	N	แทน	จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการเปรียบเทียบ

5

ประเมินผลแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดย ค่าเฉลี่ย และ ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และใช้เกณฑ์ประเมินความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยดังนี้

4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัย การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้ คือ

1. ผลการพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
4. คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

#### สัญลักษณ์ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหลังทดลอง
MD	แทน	ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างหลังทดลองกับก่อนทดลอง
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Sig.	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้วิเคราะห์ในการแจกแจงแบบที (t – distribution)
**	แทน	ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

## ผลการพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ผลการพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอตามลำดับดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดทดลอง การพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือการพัฒนาใบงานการทดลองและการสร้างชุดทดลอง

2. ผลการพัฒนาใบงานทดลอง วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่ได้พัฒนาตามลักษณะของการทดลองปกติ (Conventional Type) ผลของการพัฒนาใบงานการทดลอง ได้ใบงานการทดลอง 4 ใบงาน 4 เรื่องประกอบด้วย

2.1 ใบงานทดลองที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์มและการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ เวลาในการปฏิบัติการทดลอง 3 ชั่วโมงประกอบด้วย 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

การทดลองที่ 2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

การทดลองที่ 3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

2.2 ใบงานทดลองที่ 2 เรื่อง ต่อดังวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เวลาในการปฏิบัติการทดลอง 3 ชั่วโมงประกอบด้วย 1 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ต่อดังวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

2.3 ใบงานที่ 3 เรื่อง ต่อดังวงจรไฟฟ้าแบบขนาน เวลาในการปฏิบัติการทดลอง 3 ชั่วโมงประกอบด้วย 1 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ต่อดังวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

2.4 ใบงานที่ 4 เรื่อง ต่อดังวงจรไฟฟ้าแบบผสม เวลาในการปฏิบัติการทดลอง 4 ชั่วโมงประกอบด้วย 1 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ต่อดังวงจรไฟฟ้าแบบผสม

ผลการพัฒนาใบงานดังตัวอย่างของใบงานการทดลองที่ 1 เรื่อง ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นดังรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 3 ส่วนใบงานที่ 2 ถึง ใบงานที่ 4 แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก

<p style="text-align: center;"><b>ใบงานทดลองที่ 1</b></p>	<p style="text-align: center;">หน้าที่ 1/1</p>
<p>วิชา วิทยาศาสตร์ รหัส 23101</p>	<p style="text-align: center;">ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3</p>
<p>หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า</p>	<p style="text-align: center;">เวลา 3 ชั่วโมง</p>
<p>เรื่อง/งาน การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ</p>	
<p><b>1. วัตถุประสงค์ของการทดลอง</b></p> <p>1.1 สามารถอธิบายคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนาน และแบบผสม ได้</p> <p>1.2 สามารถคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า ขณะต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสมได้</p> <p>1.3 สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ขณะต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสมได้</p> <p>1.4 สามารถต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนาน และแบบผสมได้</p> <p><b>2. ความรู้ในเนื้อหาการทดลอง</b></p> <p>การต่อเซลล์ไฟฟ้า สามารถแบ่งการต่อได้ดังนี้</p> <p>2.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p> <p>2.1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกัน</p> <p>2.1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางสวนทางกัน</p> <p>2.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน</p> <p>2.2.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แรงดันไฟฟ้าต่อขั้วเหมือนกัน</p> <p>2.2.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แรงดันไฟฟ้าต่อขั้วต่างกัน</p> <p>2.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม</p> <p>2.3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม – ขนาน</p> <p>2.3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน – อนุกรม</p> <p>2.4 การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า</p> <p>2.4.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม</p> <p>2.4.2 การวัดกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม</p>	

ภาพ 4 ตัวอย่างใบงานการทดลอง

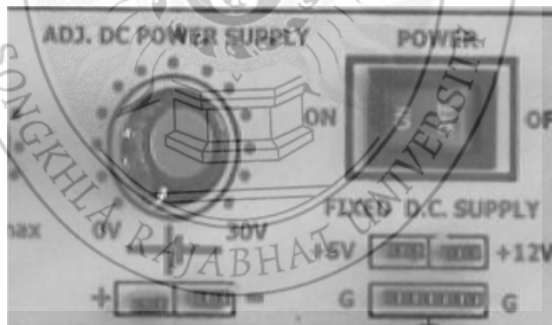
ผลการพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเครื่องมือ และ ส่วนที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1. ส่วนที่เป็นเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อนาล็อก และส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ดิจิทัล และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ถึง 4.3

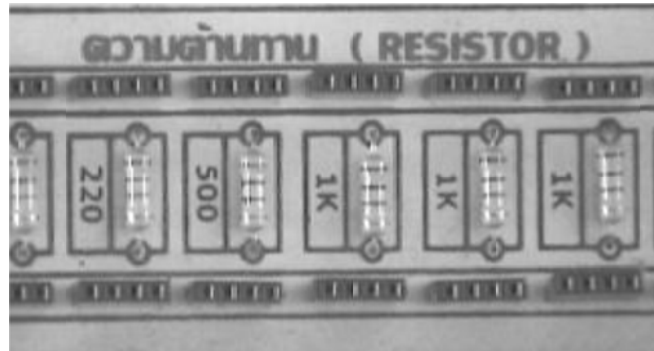


ภาพ 5 ส่วนที่เป็นเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อนาล็อก

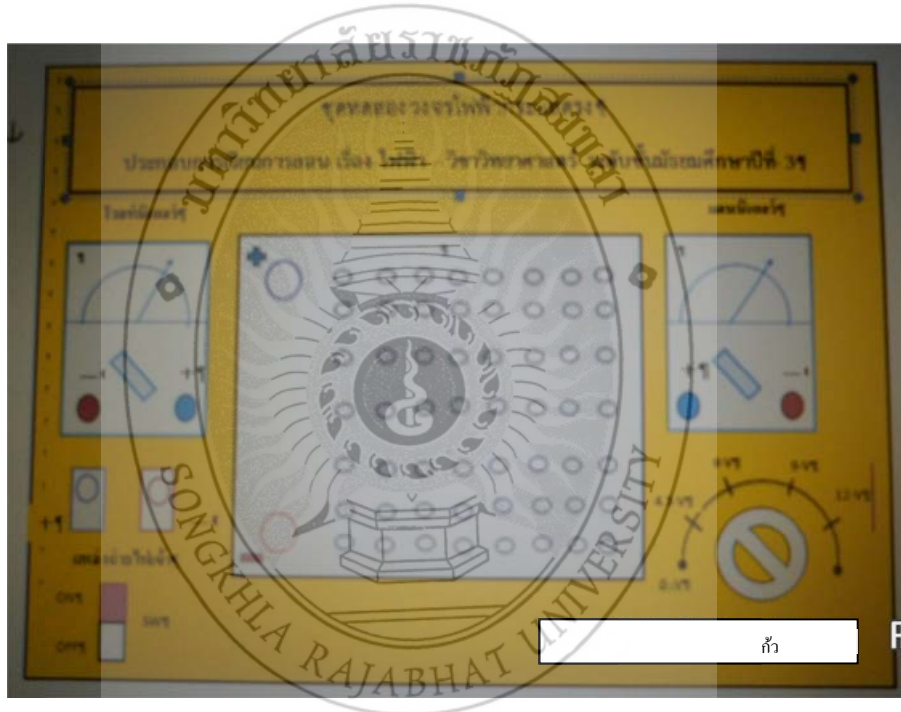


ภาพ 6 ส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าและแบบคงที่

2. การสร้างส่วนที่เป็นอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์แต่ละชนิดอยู่บนชุดทดลอง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ติดตั้งอยู่บนชุดทดลองจะครอบคลุมเนื้อทั้งหมดในเรื่อง กฎของโอห์ม การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานและการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม พร้อมทั้งสะดวกในการอ่านค่าความต่างศักย์ ค่าของกระแสไฟฟ้าอีกด้วย และออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ถึง 4.6



ภาพ 7 ส่วนของอุปกรณ์ตัวความต้านทานแบบคงที่



ภาพ 8 การออกแบบชุดทดลองที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์

## ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ผู้วิจัยใช้คะแนนทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนประเมินหลังจากเรียนจบตามโปรแกรมของชุดทดลองมาใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ได้ผลการศึกษาดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

คะแนนทดสอบระหว่างเรียน					ร้อยละ (E <sub>1</sub> )	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน	ร้อยละ (E <sub>2</sub> )
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	คะแนนรวม (เต็ม 30)			
12.21	12.82	12.76	13.03	25.41	84.69	25.79	85.96

จากตาราง 2 พบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลองระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.69 (E<sub>1</sub>) ส่วนประสิทธิภาพของชุดทดลองหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 85.96 (E<sub>2</sub>) ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และชุดทดลองในการวิจัย สามารถหาได้ด้วยสูตร  $E_1/E_2 = 84.69/85.96$  ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามที่กำหนดไว้นั่นเอง

## ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเป็นที่เรียบร้อยแล้ว นำมาทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 38 คน แล้วทำการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า วิชาวิทยาศาสตร์ของระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group-Pretest-Posttest)

โดยค่าสถิติ Paired Samples t-test ผลการเปรียบเทียบแสดงตามตาราง 3



**ตาราง 3** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

n	k	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		MD	S.D.	t	Sig.
		$\bar{X}_1$	S.D.	$\bar{X}_2$	S.D.				
38	30	12.61	1.242	25.79	1.788	13.18	1.915	42.437**	.000

จากตาราง 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนก่อนการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.61 คะแนน ส่วนหลังการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.79 คะแนน ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น 13.18 คะแนน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยค่าสถิติ Paired Samples t-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนก่อนการทดลองมีความแตกต่างกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

### คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

หลังจากการนำชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นที่เรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 38 คน แล้วทำการวัดความพึงพอใจของนักเรียน โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจดังนี้คือ

- 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด
- 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
- 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
- 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
- 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนแสดงตามตาราง 4

ตาราง 4 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

รายการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{X}$	SD	ระดับ
<b>ลักษณะทางกายภาพ</b>	<b>4.22</b>	<b>0.182</b>	<b>มาก</b>
ชุดทดลองมีความสวยงาม ขนาดเหมาะสม	4.13	0.232	มาก
ชุดทดลองมีความแข็งแรง	4.36	0.134	มาก
ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา	3.97	0.322	มาก
วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก	4.38	0.210	มาก
ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถหาอะไหล่ได้ง่าย	4.31	0.110	มาก
ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถซ่อมแซมและเปลี่ยนได้ง่าย	4.15	0.189	มาก
<b>การนำไปใช้งาน</b>	<b>4.19</b>	<b>0.259</b>	<b>มาก</b>
ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	3.97	0.225	มาก
ชุดทดลองติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่าย	3.92	0.244	มาก
คู่มือการใช้ชุดทดลองอธิบายเข้าใจ ชัดเจน	4.26	0.308	มาก
ใบงานทดลองมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน	4.59	0.256	มากที่สุด
<b>ความพึงพอใจเฉลี่ย</b>	<b>4.20</b>	<b>0.213</b>	<b>มาก</b>

จากตาราง 4 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 4.20 คะแนน เมื่อแยกรายด้านพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อลักษณะกายภาพของชุดทดลองในระดับมากมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 คะแนน และมีความพึงพอใจต่อการนำไปใช้งานในระดับมากเช่นเดียวกัน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 คะแนน และเมื่อพิจารณาแยกเป็นรายข้อพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจสูงสุดสามลำดับแรก ดังนี้คือ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดต่อใบงานทดลองมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน คะแนนเฉลี่ย 4.59 คะแนน รองลงมาคือ มีความพึงพอใจมากต่อวัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก คะแนนเฉลี่ย 4.38 คะแนน และมีความพึงพอใจมากต่อชุดทดลองมีความแข็งแรง คะแนนเฉลี่ย 4.36 คะแนน ส่วนคะแนนความพึงพอใจที่ต่ำที่สุดสามลำดับคือ ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา และชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน คะแนนเฉลี่ย 3.97 คะแนนเท่ากัน ส่วน ชุดทดลองติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่ายคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 3.92 คะแนน

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเป็นงานวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามระเบียบวิธีวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าให้ได้ประสิทธิภาพของชุดทดลองตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. นักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### ขอบเขตการวิจัย

ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 280 คน

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา จำนวนนักเรียน 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเรียนด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเป็นเวลา 15 ชั่วโมง

## ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

## สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลองระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.69 ( $E_1$ ) ส่วนประสิทธิภาพของชุดทดลองหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 85.96 ( $E_2$ ) ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และชุดทดลองในการวิจัย สามารถหาได้ด้วยสูตร  $E_1/E_2 = 84.69/85.96$  ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนก่อนการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.61 คะแนน ส่วนหลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.79 คะแนน ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น 13.18 คะแนน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยค่าสถิติ Paired Samples t-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนก่อนการทดลองมีความแตกต่างกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 4.20 คะแนน เมื่อแยกรายด้านพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อลักษณะกายภาพของชุดทดลองในระดับมากมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 คะแนน และมีความพึงพอใจต่อการนำไปใช้งานในระดับมากเช่นเดียวกันมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 คะแนน และเมื่อพิจารณาแยกเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจสูงสุดสามลำดับแรก ดังนี้คือ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดต่อใบงานทดลองมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน คะแนนเฉลี่ย 4.59 คะแนน รองลงมาคือ มีความพึงพอใจมากที่สุดต่อวัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก คะแนนเฉลี่ย 4.38 คะแนน

และมีความพึงพอใจมากต่อชุดทดลองมีความแข็งแรง คะแนนเฉลี่ย 4.36 คะแนน ส่วนคะแนนความพึงพอใจที่ต่ำที่สุดสามลำดับคือ ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา และชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน คะแนนเฉลี่ย 3.97 คะแนนเท่ากัน ส่วน ชุดทดลองติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่ายคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 3.92 คะแนน

## อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยผู้วิจัยมีประเด็นควรนำเสนอและอภิปราย ดังนี้

1. จากผลการคำนวณประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ได้เท่ากับ 84.69/85.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน กล่าวคือ จิราภรณ์ จันแดง (2540) ได้ทำการทำการศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เนื้อหาวิชาของชุดประลองครอบคลุม 12 หัวเรื่อง ทำการทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.54/81.10 ส่วน จริล จุลวานิช (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือการสอน และสื่อการเรียนการสอน นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้าแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พระนครเหนือ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 30 คน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอนได้เท่ากับ 82.021/84.046 สูงกว่าที่ตั้งสมมติฐานไว้ที่ระดับ 80/80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พรชัย อุ่มอังวะ (2548) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 5 ชุดใช้ร่วมกับใบงานทดลอง 4 ใบงานแล้วทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยสารพัดช่างชัยภูมิ จำนวน 20 คน ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยสำหรับทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(E1) ได้เท่ากับ 82.00 และคะแนนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2) ได้เท่ากับ 80.75 ดังนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลอง ( $E_1/E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 82.00/80.75 แสดงว่าชุดทดลอง มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ส่วน สมเกียรติ วัฒนปรีชากุล (2549) ทำการศึกษาเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนเมืองจัตราจินดา กรุงเทพมหานครกลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 36 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 18 คน กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการเรียนแบบรายบุคคล กลุ่มที่ 2 ใช้วิธีการเรียนแบบกลุ่มย่อย ผลการวิจัย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 83.47/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และวชรพร กริฑาวัลย์ (2555) ทำการศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐาน ทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการจำนวน 20 คน พบว่า ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐานอยู่ที่ระดับ 81.50/80.25 จากผลการวิจัยจะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระหว่างเรียนและหลังเรียนอยู่ในระดับที่สูงกว่าร้อยละ 80 สามารถอภิปรายผลได้ว่าเนื่องจากผู้วิจัยมีการวางแผนในการใช้เครื่องมือเป็นอย่างดีตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองที่มีการทำต้นแบบก่อนใช้สร้างจริงหลังจากนั้นมีการสร้างทดลองใช้งานจริงและหาข้อบกพร่องปรับปรุงให้สมบูรณ์อีกครั้งแล้วจึงใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนด้านเนื้อหาได้วิเคราะห์เนื้อหารายวิชา ตลอดจนเอกสารที่เกี่ยวข้องและปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ แล้วดำเนินการตามระเบียบวิธีขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง จนกระทั่งได้ชุดทดลองที่มีคุณลักษณะเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง นอกจากนั้น

จะเห็นว่าคะแนนผลการทดสอบระหว่างเรียนมีค่าต่ำกว่าคะแนนผลทดสอบหลังเรียน จบเล็กน้อย ทั้งนี้ก็เพราะว่าการทำแบบฝึกหัดในระหว่างเรียนนั้นกำหนดให้นักเรียนทำทันทีหลังจากเรียนเสร็จในบทเรียนนั้น ๆ ทำให้นักเรียนไม่มีเวลาทบทวนเนื้อหาและประกอบกับการที่นักเรียนส่วนใหญ่เพิ่งจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ เป็นครั้งแรกทำให้นักเรียนได้คะแนนต่ำกว่าเมื่อเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียนจบทุกบทเรียน

2. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุด ทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนก่อนการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.61 คะแนน ส่วนหลังการทดลองนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.79 คะแนน ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น 13.18 คะแนน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยค่าสถิติ Paired Samples t-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนก่อนการทดลองมีความแตกต่างกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยหลายท่านกล่าวคือ ประชา เลียบสื่อตระกูล (2540) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวงจรไฟฟ้า 1 เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

กระแสดรง ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลจำนวน 6 บทเรียน และการสอนปกติกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี กลุ่มละ 20 คน พบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85.65/84.75 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนพรชัย อุ่มอั้งวะ (2548) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสดรง โดยพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสดรงจำนวน 5 ชุดใช้ร่วมกับ ใบงานทดลอง 4 ใบงานแล้วทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยสารพัดช่างชัยภูมิ จำนวน 20 คน ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ผลคะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนสมเกียรติ วัฒนปรีชากุล (2549) ทำการศึกษาเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสดรงเบื้องต้น สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมือง จาตรจินดา กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 36 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 18 คน กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการเรียนแบบรายบุคคล กลุ่มที่ 2 ใช้วิธีการเรียนแบบกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 อังคณา อัดฉาพร (2549) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ร่วมกับใบงานทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์สถาบัน การอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วิทยาเขตเทคนิคอุดรธานี ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ กับกลุ่มที่เรียนทดลองด้วยใบงานแบบปกติ จำนวน 32 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 16 คน ผลการวิจัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่าของนักศึกษากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ส่วนอำนาจ ดาราแจ้ง (2549) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสดรงวิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ระหว่างสอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ดำเนินการเรียน การสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติทั่วไป ปรากฏผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนชัยยุทธ ศศิธร (2554) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมโพน คือ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ชุด 9 แผนวิจัย เวลา 18 คาบ แล้วทำการทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมโพนคือสามกลุ่มคือ กลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนปานกลาง และกลุ่มคะแนนต่ำ รวมจำนวน 25 คน ผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ของนักเรียนกลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนปานกลางและกลุ่มคะแนนต่ำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และวชรพร กริชาวัลย์ (2555) ทำการศึกษาเรื่องการสร้างและ หาประสิทธิภาพชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐาน ทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน กลุ่มทดลองที่ได้เรียนกับชุดทดลองร่วมกับใบงานกรทดลองวิชาไฟฟ้า จำนวน 3 ใบงานมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่านักเรียนที่เรียนวิชาไฟฟ้าด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างชัดเจน สามารถวิเคราะห์และ อภิปรายผลได้ว่า เนื่องจากผู้วิจัยได้คิดและสร้างชุดทดลองที่มีคุณลักษณะที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และมีความเหมาะสมกับเงื่อนไขเรื่องเวลาที่จำกัดที่ใช้ในการสอนแต่ละคาบการสอนทำให้นักเรียน ได้รับประโยชน์และความรู้ในเนื้อหาวิชาได้อย่างเต็มที่นักเรียนจึงสามารถทำข้อสอบได้ในระดับที่ สูงขึ้นซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนกับชุดทดลองนี้ ซึ่งนักเรียน เห็นว่าใบงานทดลองมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจนในระดับมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 4.59 คะแนน นักเรียนเห็นว่า คู่มือการใช้ชุดทดลองอธิบายเข้าใจ ชัดเจนในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 4.26 คะแนน และนักเรียนเห็นว่าชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 3.97 คะแนน

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนด้วยชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 4.20 คะแนน เมื่อแยกรายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อลักษณะ ภายนอกของชุดทดลองในระดับมากมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 คะแนน และมีความพึงพอใจต่อการ นำไปใช้งานในระดับมากเช่นเดียวกัน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 คะแนน และเมื่อพิจารณาแยกเป็น รายข้อพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจสูงสุดสามลำดับแรก ดังนี้คือ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ มากที่สุดต่อใบงานทดลองมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน คะแนนเฉลี่ย 4.59 คะแนน รองลงมา คือ มีความพึงพอใจมากที่สุดต่อวัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก คะแนนเฉลี่ย 4.38 คะแนน และมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อชุดทดลองมีความแข็งแรง คะแนนเฉลี่ย 4.36 คะแนน ส่วนคะแนน ความพึงพอใจที่ต่ำที่สุดสามลำดับคือ ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา และชุดทดลองมีความเหมาะสม ต่อการใช้งาน คะแนนเฉลี่ย 3.97 คะแนนเท่ากัน ส่วน ชุดทดลองติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่ายคะแนนเฉลี่ย



ต่ำที่สุดคือ 3.92 คะแนน สอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน เช่น ชัยยุทธ ศศิธร(2554) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมโพนคือ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ชุด 9 แผนวิจัย เวลา 18 คาบ แล้วทำการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมโพนคือสามกลุ่มคือ กลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนปานกลาง และกลุ่มคะแนนต่ำ รวมจำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อยู่ในระดับมากคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 คะแนน พรชัย อุ้มอั้งวะ (2548) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 5 ชุดใช้ร่วมกับใบงานทดลอง 4 ใบงานแล้วทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยสารพัดช่างชัยภูมิ จำนวน 20 คน ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง อยู่ในระดับมากคะแนนเฉลี่ย 4.24 คะแนน เมื่อพิจารณาแยกรายข้อมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย ดังนี้คือ ความเหมาะสมของชุดทดลองกับสาระการเรียนรู้รายวิชานี้หรือไม่ 4.40 คะแนน การเรียนด้วยชุดทดลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทดลองเพียงใด 4.3 คะแนน การเรียนโดยใช้ชุดทดลองในลักษณะนี้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเพียงใด 4.25 คะแนน ค่าที่วัดจากชุดทดลองมีความสอดคล้องถูกต้องกับทฤษฎีเพียงใด 4.20 คะแนน ชุดทดลองมีขนาดและลักษณะเหมาะสมกับเรื่องของการทดลองเพียงใด 4.20 คะแนน ชุดทดลองสามารถใช้งานง่ายเพียงใด 4.20 คะแนน ใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบกับชุดทดลองมีลำดับขั้นการทดลองชัดเจนเข้าใจง่ายเพียงใด 4.10 คะแนน ใบงานการทดลองมีข้อมูลในการทดลองเพียงใด 3.95 คะแนน อังคณา อัดถาวร (2549) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ร่วมกับใบงานทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วิทยาเขตเทคนิคอุดรธานี ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ กับกลุ่มที่เรียนทดลองด้วยใบงานแบบปกติ จำนวน 32 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 16 คน ผลการวิจัย พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการเรียนทดลองในระดับที่ดี และนักศึกษากลุ่มทดลองมีความพอใจในการเรียนด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ ในระดับดีมาก จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุดต่อชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น สามารถวิเคราะห์และอภิปรายผลได้ว่า ทั้งนี้เพราะชุดวิจัยที่ผู้วิจัยได้คิดและสร้างขึ้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ป็นเครื่องมือช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาไม่ว่าจะเป็นด้านลักษณะกายภาพของชุดทดลองและความเหมาะสมของ

เนื้อหารายวิชาและวิธีการนำไปใช้งาน เพราะวัสดุทดลองที่สร้างขึ้นมีการจูงใจ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดแรงผลักดัน ในความอยากรู้อยากเห็น ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่อยากจะค้นคว้าเพื่อหาความรู้ แล้วนำไปสู่การนำไปใช้ในการปฏิบัติ และเมื่อจบกระบวนการเรียนผู้เรียนก็เกิดความมั่นใจ และค้นพบคุณค่าของความสามารถของการใช้ทักษะต่าง ๆ ของตนเองในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้สึกร่าเริงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุดที่ได้เรียนด้วยวัสดุทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์จากเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการออกแบบ การสร้างชุดทดลองและการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นรวมถึงการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ได้พบข้อเสนอแนะหลายประการที่ผู้วิจัยคาดว่าถ้าได้มีการปรับปรุงพัฒนาขึ้นไปจะทำให้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดของข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอนควรจัดนักเรียนให้มีความเหมาะสม โดยการทดลองแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 2 คนต่อ 1 ชุด เพราะทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการทดลองและช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติทดลองได้ทั่วถึง
2. ควรนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นนำไปเผยแพร่และทดลองใช้กับนักเรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาชุดทดลองไว้ใช้สำหรับการเรียนการสอนและพิสูจน์ประสิทธิภาพของชุดทดลองว่าสามารถใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ทุกที่ตามหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาที่กำหนดไว้
3. การเลือกเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างชุดทดลองต้องเหมาะสมกับนักเรียนทั้งระดับของความยากง่ายและครอบคลุมคำอธิบายรายวิชา เป็นเรื่องที่จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดได้ ส่วนก่อนการดำเนินการทดลอง ควรมีการปรับพื้นฐานความรู้ให้กับนักเรียนในบางเรื่องที่เป็นพื้นฐานต่าง ๆ ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการเรียน
4. ควรมีการส่งเสริมให้ครูผู้สอน ได้พัฒนาชุดทดลองขึ้นมาใช้สำหรับการปฏิบัติทดลองเอง เนื่องจากครูผู้สอนจะมีความเข้าใจในธรรมชาติของรายวิชานั้น ๆ และสามารถใช้เป็นสื่อในการเรียนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในการประกอบวงจร เพราะการเรียนโดยการปฏิบัติทดลองด้วยชุดทดลองเป็นสิ่งที่มีความควบคู่กันกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรสร้างชุดทดลองแล้วทำการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่สามารถระบุความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนสองกลุ่มได้

2. ควรจะทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมว่านอกจากตัวแปรจัดกระทำคือชุดทดลองแล้วยังมีตัวแปรแทรกซ้อนอย่างอื่นอีกหรือไม่ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองคู่กับใบงานกับผู้เรียนที่เรียนด้วยเทคนิคการสอนวิธีอื่นๆ เช่นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) คู่กับใบงานว่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร





**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). การจัดการการเรียนรู้ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภา  
ลาดพร้าว.
- กัญชวลี สารไพบูลย์. (2545). การศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนว  
ปฏิรูปการเรียนรู้ของครูสถาบันอาชีวศึกษา ภาคใต้ 2 จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร  
มหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). สถาบันราชภัฏสงขลา.
- กาญจนา เกียรติประวัตติ. (2524). วิธีการสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพมหานคร: วัฒนา  
พานิช จำกัด.
- จิราภรณ์ จันแดง. (2539). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพมหานคร: เอมพันธ์จำกัด.
- ฉลองชัย สุรวัฒนาบุรณ์. (2528). การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์.
- ชัชวาล มุลศรี. (2540). การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบการจำลองเรื่องวงจร  
ทรานซิสเตอร์ โดยใช้โปรแกรม PSPICE Version 6.1 For Windows 3.11. กรุงเทพมหานคร:  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชุมพล ปทุมมาเกษตร. (2544). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรพัลส์สวิตชิงตาม  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต.  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชูชาติ เชิงฉลาด. (2524). หลักการสอน. กรุงเทพมหานคร: วีรพงษ์การพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2546). เทคนิคในการจำแนกข้อมูล (Chunking Strategy). เอกสารประกอบ  
การพัฒนาใบงาน เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า  
ธนบุรี.
- \_\_\_\_\_. (2545). การพัฒนาใบงาน. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop  
and Laboratory Development. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- \_\_\_\_\_. (2545). กิจกรรมที่ใช้ในการทดลอง (Activities Used in Laboratory). เอกสาร  
ประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Instructional. มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- \_\_\_\_\_. (2545). หลักการที่ใช้ในการเรียนการสอนแบบทดลอง. เอกสารประกอบการเรียน  
การสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Development. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า  
ธนบุรี.

- \_\_\_\_\_ . (2545). การพัฒนาระบบการสอน Laboratory. เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Development มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- \_\_\_\_\_ . (2545). ประเภทของการสอนทดลอง, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Development. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- \_\_\_\_\_ . (2546). การสอนทดลอง ( Laboratory Instruction). เอกสารประกอบการเรียน การสอนวิชา ETE 523 (Workshop and Laboratory Instruction System). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- \_\_\_\_\_ . (2546). ขั้นตอนหลักในการสร้างงานทดลอง. เอกสารประกอบการสอนวิชาพัฒนา และการประยุกต์ใช้ระบบการสอนช่างอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี.
- เชษฐา เจริญสุข. (2547). การสร้างชุดทดลองการควบคุมลูปต์ ด้วยวงจรถอดิจิตอล อิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ. (2536). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการวัดอุตสาหกรรมและ การควบคุมระบบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ครุศาสตร์ ไฟฟ้า). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชนิด บุญใส. (2533). การสร้างและการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียน ชุดทดลองวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นภัทร วัจนเทพินทร์. (2533). การสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่องวงจรพัลส์และ สวิตซิง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- \_\_\_\_\_ . (2545). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- บงการ ไวโสภา. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์วิชา อิเล็กทรอนิกส์ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดแบบเรียนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ประดับ เรืองมาลัย. (2524). หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์สอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิชจำกัด.

- พรชัย อุ่มอั้งวะ. (2548). การพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า  
กระแสตรง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2528). หลักการวัดและการสร้างข้อสอบ. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. (2529). การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: วารสารครุศาสตร์  
เทคโนโลยี.
- วรุณี ศรีสงคราม. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการประลอง เรื่อง  
การควบคุมระบบนิเวศน์ ระหว่างการเรียนโดยใช้โมดูลการจำลองทางคอมพิวเตอร์กับ  
การเรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต .สถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสมพงษ์ แต่งตาด. (2525). ประสพการณ์วิชาชีพครู. กรุงเทพมหานคร:  
บริษัท สารมวลชน จำกัด อัดสำเนา.
- สมเด็จ น้อยสวน. (2536). การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนสำเร็จรูปวิชางานไม้โครโปรคอมพิวเตอร์.  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้านครเหนือ.
- สมาน กาญจนพฤษ์. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง  
เรื่องวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม Pspice for Windows. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2549). แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545 - 2559).  
กรุงเทพมหานคร: กุรุสภา.
- สุพิน บุญช่วงศ์. (2535). หลักการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: แสวงสุทธิการพิมพ์.
- สุมาลี จันทร์ชะลอ. (2542). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.  
\_\_\_\_\_. (2542). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.  
\_\_\_\_\_. (2545). เอกสารคำสอน เรื่องสถิติการศึกษา EDUCATIONAL STATISTICS.  
เอกสารประกอบการสอนวิชา ETE 502. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุรางค์ ไคว้ตะกุล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่มที่ 2.  
กรุงเทพมหานคร: เจอเนอรัลบุ๊ก.
- เสกสันต์ จันทร์. (2545). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเรื่องระบบนิเวศน์. วิทยานิพนธ์  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- อังคณา อัดถาพร. (2547). การพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงจรสร้าง  
 สัญญาณพัลส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540. วิทยานิพนธ์  
 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อัครรัฐ นามะกันคำ. (2550). การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง  
 ของนักเรียนสายสามัญกับนักเรียนสายอาชีพ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
 (สาขาวิชาการสอนฟิสิกส์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อำนาจ คาราแจ้ง. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างสอนด้วย ชุดการสอน  
 กับการสอนปกติ เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์  
 อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุทุมพร ทองอุไทย. (2520). การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: จักรการพิมพ์.
- Davis, O.W. (1991). **The Impact of Computer-Assisted Instruction Upon Student Achievement**  
 Magnet School. Dissertation Abstracts International 50: 4164-A.
- Ebel, R.L. and Frisbie. (1986). **David A Essential of Education Measurement**, New Jersey,  
 Prentice-Hall Inc, p.13-14.
- Guilfoad, J.P. (1995). **Fundamentals Statistics in Psychology and Education**, New York,  
 McGraw-Hill. Book Company, p.10.
- Leignbody, Gerald B, and Kidd. (1969). **Donal M. Methods of Teaching Shop and technical**  
**Subject**, New York: Delmar Publisher.
- Piaget, J. (1970). **The Science of Education and the Psychology of the Child**. Grossman, New York.
- Thorndike, R. and Hagen. E. (1960). **Measurement and Evaluation in Psychology and**  
**Education**, 3ed., New York, John Wiley & Sons, pp.35-37,45-46.
- Tyler, L.E. (1979). **Test and Measurement**, 3rd ed, New Jersey, Englewood Cliffs, Prentice-  
 Hall Inc, p.18.





**ภาคผนวก**



**ภาคผนวก ก**

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ**

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อพิจารณาความครอบคลุมของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา ความชัดเจนของการวัดประเมิน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัย ครั้งนี้

- |    |                   |   |
|----|-------------------|---|
| 1. | นายอัสวเดช ทองเกต | รองผู้อำนวยการฝ่ายงานวิชาการ<br>วุฒิ กศ.ม. บริหารการศึกษา<br>โรงเรียนรัตภูมิวิทยา |
| 2. | นางกชมน ลำคำปิ้ง  | ครู ชำนาญการพิเศษ<br>วุฒิ กศ.ม. การวิจัยและวัดผล<br>โรงเรียนรัตภูมิวิทยา          |
| 3. | นางอุบล ภัศระ     | ครู ชำนาญการพิเศษ<br>วุฒิ วท.ม. ฟิสิกส์<br>โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย                |



**ภาคผนวก ข**

**หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ**



ที่ ศษ 0560.06 / ว 0818

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา  
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา  
90000

11 กันยายน 2556

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายอัสวเดช ทองเกต (รองผู้อำนวยการ โรงเรียนรัตภูมิวิทยา)

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อินทร์แก้ว รหัส 51G1921011 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.อนุมิตี เชนนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. ดร.สรณ เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือในการวิจัย ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันท ชาติทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 74-33 6933 ต่อ 246 โทรสาร. 0 74-33 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>

[www.facebook.com/gsskru](http://www.facebook.com/gsskru)



ที่ ศษ 0560.06 / ว 0818

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา  
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา  
90000

11 กันยายน 2556

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางกชมน ตำกำปัง

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อินทร์แก้ว รหัส 51G1921011 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.อนุมิตี เชนนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. ดร.สรณ เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือในการวิจัย ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ ชาติทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 74-33 6933 ต่อ 246 โทรสาร. 0 74-33 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>

[www.facebook.com/gsskru](http://www.facebook.com/gsskru)



ที่ ศษ 0560.06 / ว 0818

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา  
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา  
90000

11 กันยายน 2556

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางอุบล ภัสระ

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อินทร์แก้ว รหัส 51G1921011 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.อนุมิตี เชนนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. ดร.สรณ เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือในการวิจัย ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ ชาติทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 74-33 6933 ต่อ 246 โทรสาร. 0 74-33 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>

[www.facebook.com/gsskru](http://www.facebook.com/gsskru)



## ภาคผนวก ก

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ลักษณะรายวิชา
- แผนการจัดการเรียนรู้
- คู่มือครู ประกอบการสอน หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า โดยใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้า  
กระแสตรง
- เอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียนหน่วยที่ 3 ไฟฟ้า โดยใช้ชุดทดลอง  
วงจรไฟฟ้ากระแสตรง



## ลักษณะรายวิชา

### วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101

#### สาระที่ 5 พลังงาน

**มาตรฐาน ว 5.1** เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ส่วนประกอบของระบบสุริยะ กลุ่มดาว กาแล็กซี เอกภพ เทคโนโลยีอวกาศ ดาวเทียม แผนที่ดาว ขานอวกาศ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรมคุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

#### จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการและทฤษฎีตามกฎของโอห์มได้
2. เพื่อให้สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน กระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้า และตรวจสอบแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องของวงจรเบื้องต้นได้
3. แก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ
4. ทดสอบคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้า
5. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย มีความตระหนักถึงคุณธรรมของงานและจริยธรรมในการสรุปผล รายงานผลและนำเสนอ

.....

## โครงการสอน

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

รหัสวิชา ว23101  
ภาคเรียนที่ 1

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ปีการศึกษา 2556

ครั้งที่	รายการสอน	จำนวนชั่วโมง	หมายเหตุ
1.	แนะนำรายวิชา วิธีการเรียน การวัดและประเมินผล ข้อตกลงการเรียนการสอน	1	
2.	ทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบปรนัย 30 ข้อ เรื่องที่ 1 กฎของโอห์ม ใบความรู้ที่ 1 กฎของโอห์ม ใบงานทดลองที่ 1 กฎของโอห์ม	3	
3.	เรื่องที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ใบความรู้ที่ 2 ความคิดรวบยอดพื้นฐานของ วงจรอนุกรม	3	
4.	ใบงานทดลองที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เรื่องที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ใบความรู้ที่ 3 ความคิดรวบยอดพื้นฐานของ วงจรขนาน	3	
5.	ใบงานทดลองที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน เรื่องที่ 4 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม ใบความรู้ที่ 4 วงจรอนุกรม-ขนาน ใบงานทดลองที่ 4 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบ อนุกรม-ขนาน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบปรนัย 30 ข้อ	4	

## โครงการแผนการจัดการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รหัสวิชา ว23101  
ภาคเรียนที่ 1

หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า  
ปีการศึกษา 2556

ตารางที่ 1 โครงสร้างแผนจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1.	เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เซลล์ไฟฟ้า	1 1
2.	กฎของโอห์ม	3
3.	วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	3
4.	วงจรไฟฟ้าแบบขนาน	3
5.	วงจรไฟฟ้าแบบผสม	4
	รวม	15

<b>แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 1 (ครั้งที่ 1)</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 1 ปฐมนิเทศ แนวทางในการเรียนการสอน	จำนวน 1 ชั่วโมง

### สาระสำคัญ

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101 เป็นการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ศึกษาเกี่ยวกับความรู้เรื่องไฟฟ้าเบื้องต้น กฎของโอห์ม การต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ เรียนจำนวนเวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### จุดประสงค์ปลายทาง

เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการแยกกลุ่มนักเรียนและนำผลการแยกกลุ่มนักเรียนไปพัฒนาการเรียนการสอน

#### จุดประสงค์นำทาง

1. บอกแนวทางการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101 ได้
2. สามารถแยกกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนได้

### เนื้อหา

1. แนวทางการเรียนการสอน รายวิชาพื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101
2. การประเมินพื้นฐานความรู้ของนักเรียน

### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ครูแนะนำชื่อ การปฏิบัติตนในการเข้าเรียนและการส่งงาน
2. ครูชี้แจงแนวทางการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูให้นักเรียนศึกษาลำดับแนวความคิดต่อเนื่องเพื่อนักเรียนจะได้รับทราบว่า นักเรียนมีกิจกรรมที่ต้องทำอะไรบ้าง

5. ครูให้ นักเรียน ศึกษา ภาพรวม ของ เนื้อหา หน่วยที่ 3 ไฟฟ้าเพื่อจะได้ทราบว่าในบทเรียนมีเนื้อหาใดบ้าง

6.

ครูชี้แจงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนเพื่อที่นักเรียนจะได้เตรียมความพร้อมในการเรียนได้อย่างมีความสุข

7. ครูชี้แจงการวัดผลและการประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101 เพื่อให้ นักเรียน ได้ทราบว่าควรทำงานระดับใดจึงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พึงประสงค์

8. ครูให้ นักเรียน ทำแบบทดสอบก่อน และเมื่อเรียนจบ หน่วยที่ 3 จึงทำแบบทดสอบหลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101 ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

### สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารหมายเลข 2 (แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว 23101 หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)

### การวัดผล/การประเมินผล

#### 1. วิธีวัดผล/ประเมินผล

การทดสอบ

#### 2. เครื่องมือวัดผล / ประเมินผล

แบบทดสอบ

#### 3. เกณฑ์การวัดผล/ประเมินผล (เกณฑ์การแยกกลุ่มนักเรียน)

3.1 นักเรียนได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 จัดอยู่ในกลุ่มอ่อน

3.2 นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 50 – 60 จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง

3.3 นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 จัดอยู่ในกลุ่มเก่ง

<b>แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 2 (ครั้งที่ 2)</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 2 กฎของโอห์ม	จำนวน 3 ชั่วโมง

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

### สาระการเรียนรู้

**สาระหลัก** กฎของโอห์ม

**สาระย่อย** กฎของโอห์มมีใจความว่า

“เมื่ออุณหภูมิคงที่กระแสไฟฟ้าที่เป็นตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น”

$$I \propto V$$

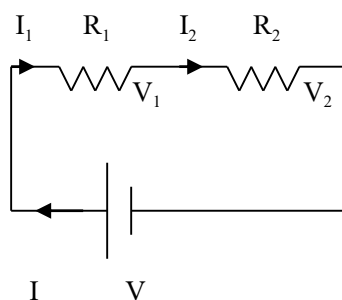
$$I = KV \quad \text{เมื่อ } K \text{ คือค่าคงที่ของการแปรผัน}$$

$$\text{ให้ } R = \frac{1}{K} \text{ เรียก } R \text{ ว่าความต้านทานของตัวนำมีหน่วยเป็น โอห์ม } \Omega$$

$$\text{และเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสสาร ได้ว่า } R = \frac{V}{I} \text{ หรือ } V = IR$$

การต่อตัวต้านทานมี 2 แบบ คือ

1. แบบอนุกรม ดังวงจร



$$\text{ได้ว่า } I = I_1 = I_2$$

$$\text{และ } V = V_1 + V_2$$

$$\text{ดังนั้น } R = R_1 + R_2$$







## กิจกรรมการเรียนรู้

### 1. ขั้นสร้างความสนใจ (เวลา 30 นาที)

\* ครูใช้คำถามนำว่า นักเรียนเคยเรียนเรื่อง กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มาแล้ว นักเรียนคิดว่าปริมาณสองปริมาณนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

\* นักเรียนชมชุดทดลองสาธิตกฎของโอห์มหน้าห้อง โดยใช้ตัวต้านทานขนาด  $100\ \Omega$ ,  $1000\ \Omega$  และ  $10,000\ \Omega$  ตามลำดับ ให้นักเรียนสังเกตค่าของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ได้จากการวัด

### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (เวลา -30 นาที)

\* นักเรียนช่วยกันทำใบกิจกรรมที่ 1

### 3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (เวลา 1 ชั่วโมง)

\* นักเรียนช่วยกันทำใบงานทดลองที่ 1

### 4. ขั้นขยายความรู้ (เวลา 1 ชั่วโมง)

\* นักเรียนช่วยกันทำใบกิจกรรมที่ 2

\* นักเรียนช่วยกันทำใบงานที่ 2.1

\* นักเรียนช่วยกันทำใบงานที่ 2.2

\* นักเรียนช่วยกันทำใบกิจกรรมที่ 3

\* นักเรียนช่วยกันทำใบงานที่ 3.1

\* นักเรียนช่วยกันทำใบงานที่ 3.2

### 5. ขั้นประเมิน (เวลา 40 ชั่วโมง)

\* ครูประเมินนักเรียน

\* นักเรียนประเมินตนเอง/เพื่อน

## แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม
2. ใบงาน

## วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เรียนเรื่องความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม

### สิ่งที่ต้องประเมิน

1. ความรู้
2. กระบวนการเรียนรู้
3. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

### เครื่องมือการวัดผลประเมินผล

1. แบบประเมินด้านความรู้
2. แบบประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้
3. แบบประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

### แนวการให้คะแนน

1. ด้านความรู้ (13 คะแนน)
  - 1.1 ใบงานที่ 2.2 5 คะแนน
  - 1.2 ใบงานที่ 3.2 8 คะแนน
2. ด้านกระบวนการเรียนรู้ (5 คะแนน)
  - 2.1 ใบงานที่ 1 (2 คะแนน)
  - 2.2 ใบงานที่ 2.1 (2 คะแนน)
  - 2.3 ใบงานที่ 3.1 (1 คะแนน)
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (5 คะแนน)
  - ใบกิจกรรมที่ 1 (5 คะแนน)

### กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน  
(นางสาวเสาวนิตย์ อินทร์แก้ว)

<b>ใบความรู้ที่ 2 กฎของโอห์ม</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 2 กฎของโอห์มและการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ	จำนวน 3 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรีนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระสำคัญ

เซลล์ไฟฟ้า เป็น แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดหนึ่ง ซึ่งในที่นี่ จะศึกษาใน ส่วน ของ การต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าสามารถแบ่งการต่อออกได้ ดังนี้คือ การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน และการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม เป็นต้น

### จุดประสงค์ทั่วไป

มีความรู้ความสามารถในการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน และการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสม ได้
2. สามารถคำนวณ หาค่าแรงดันที่เซลล์ไฟฟ้า ขณะต่อแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสมได้
3. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ขณะต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมแบบขนาน และแบบผสมได้
4. สามารถต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม ได้

### ทฤษฎีและหลักการ

การต่อเซลล์ไฟฟ้า สามารถแบ่งการต่อได้ดังนี้

#### 1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

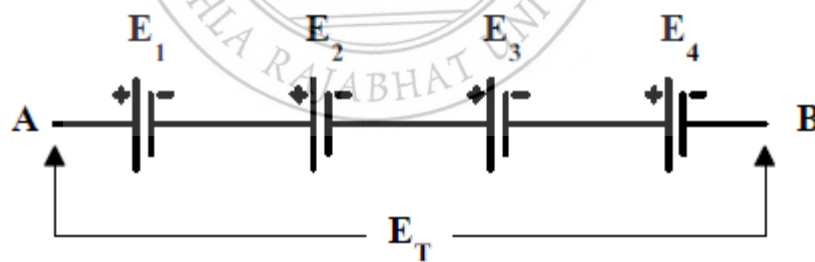
- 1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกัน

- 1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางสวนทางกัน
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน
  - 2.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แรงดันไฟฟ้าต่อขั้วเหมือนกัน
  - 2.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แรงดันไฟฟ้าต่อขั้วต่างกัน
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม
  - 3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม – ขนาน
  - 3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน – อนุกรม
4. การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า
  - 4.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม
  - 4.2 การวัดกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม

#### 1. การต่อไฟฟ้าแบบอนุกรม

เป็นการนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันเป็นแถวเรียงกัน หรือต่ออันดับกัน โดยนำเอาขั้วใดขั้วหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ต่อเข้ากับขั้วใดขั้วหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 2 และขั้วที่เหลือของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ต่อเข้ากับขั้วใดขั้วหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 3 ต่อดังนี้ไปเรื่อย ๆ เรียกการต่อแบบนี้ว่า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อเซลล์แบบอนุกรมจะให้แรงดันเพิ่มขึ้น และกระแสที่ไหลในวงจรอนุกรมจะเท่ากัน

##### 1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกัน

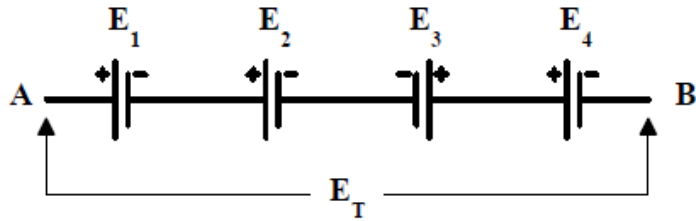


รูปที่ ข.1 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกัน

กำหนดหาค่าแรงดันรวม  $E_T$  เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม

$$E_T = E_{AB} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + \dots + E_n$$

1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางสวนทางกัน



รูปที่ ข.2 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางสวนทางกัน

คำนวณหาค่าแรงดันรวม  $E_T$  เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม

$$E_T = E_{AB} = E_1 + E_2 + (-E_3) + E_4 + \dots + E_n \dots \dots \dots \text{ โวลท์}$$

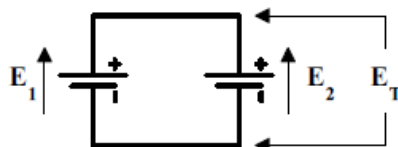
ตัวอย่างที่ 1 จากรูปที่ ข.2 กำหนดให้  $E_1 = 3V$ ,  $E_2 = 1.5V$ ,  $E_3 = 3V$  และ  $E_4 = 3V$  จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด ( $E_T$ ) ในวงจร

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ } E_T &= E_1 + E_2 + (-E_3) + E_4 \\ &= 3V + 1.5V + (-3V) + 3V \\ &= 4.5V - 3V \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ } E_T = 1.5V$$

2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน ต้องนำเซลล์ไฟฟ้าที่มีขนาดของเซลล์ไฟฟ้าเท่ากันมาต่อเข้าด้วยกันโดยต่อในลักษณะที่เอาขั้วเหมือนกันรวมเป็นจุดเดียวกัน และขั้วที่เหลือก็ต่อเป็นจุดเดียวกัน การต่อลักษณะนี้ เรียกว่า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันแบบขนาน จะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเพิ่มมากขึ้นเพราะเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ที่ต่อแบบขนานนั้นจะช่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

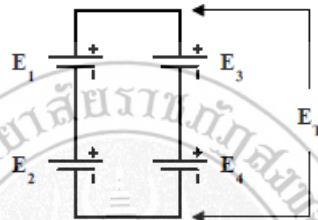
การคำนวณหาค่าแรงดัน  $E_T$  เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบขนาน

$$E_T = E_1 = E_2 \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

**3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม**

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม คือ การนำเอาเซลล์ไฟฟ้ามาต่อในลักษณะอนุกรมและขนานรวมกัน และสามารถต่อได้ 2 วิธี คือ

3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน คือ การนำเอาเซลล์ไฟฟ้าแต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบอนุกรมกันก่อน แล้วจึงนำกลุ่มของเซลล์แต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบขนาน ดังรูปที่ ข.4

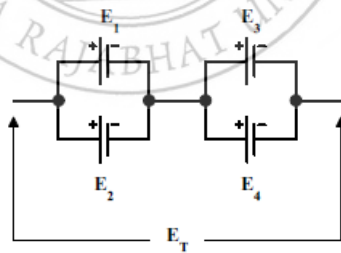


รูปที่ ข.4 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

การคำนวณหาค่าแรงดันเซลล์ไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรผสม

$$E_T = (E_1 + E_2) = (E_3 + E_4) \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานและอนุกรม คือ การนำเอาเซลล์ไฟฟ้าในแต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบขนานก่อน แล้วจึงนำกลุ่มของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบอนุกรม ดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.5 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

การคำนวณหาค่าแรงดันรวม  $E_T$  ในวงจรผสม

$$E_T = (E_1 + E_3) = (E_2 + E_4) \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

**ตัวอย่างที่ 2** จากวงจรในรูปที่ 4 เมื่อกำหนดให้เซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์มีค่าเท่ากับ 3V จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $E_T$  มีค่าเท่าไร

$$\begin{aligned}
 E_T &= E_1 + E_3 & E_T &= E_2 + E_4 \\
 &= 3V + 3V & &= 3V + 3V \\
 &= 6V & &= 6V
 \end{aligned}$$

4. การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบต่าง ๆ

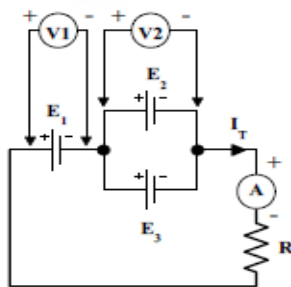
4.1 การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรมการวัดแรงดันไฟฟ้า คือ การใช้มัลติมิเตอร์ตั้งที่ย่านวัด DCV แล้ววัดแรงดันไฟฟ้าในลักษณะขนานกับเซลล์ไฟฟ้าที่ต้องการจะวัด ดังรูปที่ ข.6 การวัดกระแสไฟฟ้า คือ การใช้มัลติมิเตอร์ตั้งที่ย่านวัด DCmA แล้ววัดกระแสไฟฟ้าในลักษณะอนุกรมกับเซลล์ไฟฟ้าที่ต้องการจะวัด ดังรูปที่ ข.6



รูปที่ ข.6 แสดงการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม

จากรูปที่ ข.6 จะได้ว่า  $E_T = V_1 + V_2$  ..... โวลท์  
 $I_T = E_T / R$  ..... มิลิแอมแปร์

4.2 การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบผสม



รูปที่ ข.7 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร

จากรูปที่ ข.7 จะได้ว่า  $E_T = (E_1 + E_2) = (E_1 + E_3)$   
 $I_T = E_T / R$

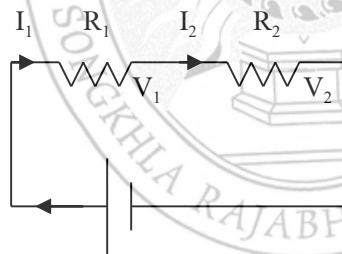
### ใบงานทดลองที่ 1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

**จุดประสงค์** เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่คร่อมระหว่างลวดตัวนำเมื่ออุณหภูมิคงที่

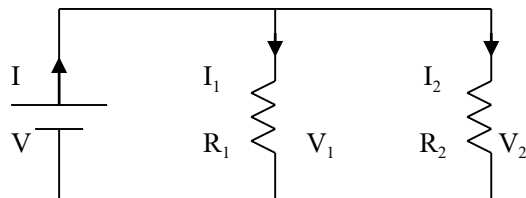
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนช่วยกันทำการทดลองตามขั้นตอนแล้วทำใบงานที่ 1  
(วัดค่า ณ อุณหภูมิคงที่ 5 คะแนน, เวลา 1 ชั่วโมง)

#### วิธีทดลอง

ตั้ง อ อุ ป ก ิ ร ณ์ ค ึ่ง ว ง จ ิ ร แล้วอ่านค่าของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ บันทึกค่าในตาราง ต่อมาเปลี่ยนความต่างศักย์เป็น 3.0, 4.5 และ 6.0 V ตามลำดับ อ่านและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟลงในตารางบันทึกผลในใบงานที่ 1



วงจร 1



วงจร 2





ใบงานที่ 1 แบบบันทึกการทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

จุดประสงค์ ปฏิบัติการเกี่ยวกับกฎของโอห์ม

คำชี้แจง ให้ สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันคิดชื่อเรื่อง สมมติฐาน ตัวแปร  
ตารางบันทึกผลการทดลองและสรุปผล (วัดด้านกระบวนการ 2 คะแนน เวลา 1  
ชั่วโมง)

การทดลองเรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

สมมติฐานการทดลอง

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

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

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

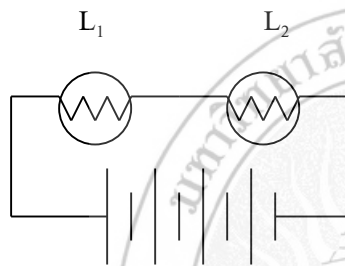
ใบงานทดลองที่ 2 การต่อตัวต้านทาน

จุดประสงค์ เพื่อหาสมการที่เกี่ยวข้องกับการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน

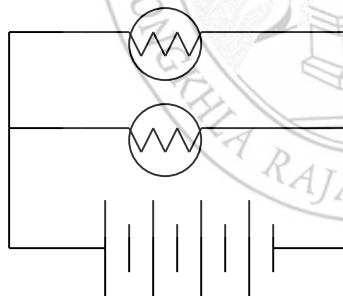
คำชี้แจง ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันทำตามขั้นตอนต่อไปนี้ (เวลา 1 ชั่วโมง)

### วิธีทดลอง

ต่ออุปกรณ์ดังรูป วัดค่ากระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าของ  $L_1$  และ  $L_2$  ตามลำดับ แล้วบันทึกค่าลงในตาราง ในใบงานที่ 2.1 ตอนที่ 1



1. ต่อวงจรดังรูป แล้วทำเหมือนข้อ 1 และทำใบงานที่ 2.1 ตอนที่ 2



**ใบงานที่ 2.1**      การต่อตัวต้านทาน  
**จุดประสงค์**      เพื่อหาสมการที่เกี่ยวข้องกับการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน  
**คำชี้แจง**          ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง  
 (วัดด้านกระบวนการ 2 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง)

**ตอนที่ 1**

**การทดลองเรื่อง.....**

**สมาชิกในกลุ่ม**

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

**สมมติฐานการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

**ตัวแปรต้น** .....

**ตัวแปรตาม** .....

**ตัวแปรควบคุม** .....

**บันทึกผลการทดลอง**

**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

**ใบงานที่ 2.1**      การต่อตัวด้านทาน

**จุดประสงค์**      เพื่อหาสมการที่เกี่ยวข้องกับการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและขนาน

**คำชี้แจง**          ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง  
 (วัดด้านกระบวนการ 2 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง)

**ตอนที่ 2**

**การทดลองเรื่อง.....**

**สมาชิกในกลุ่ม**

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

**สมมติฐานการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

**ตัวแปรต้น** .....

**ตัวแปรตาม** .....

**ตัวแปรควบคุม** .....

**บันทึกผลการทดลอง**

**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

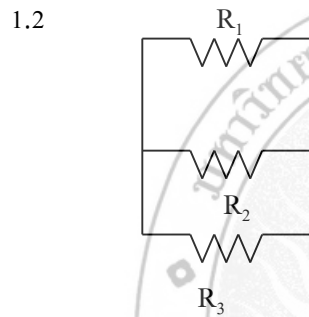
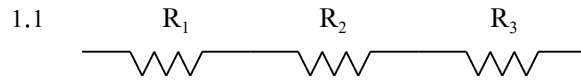
.....

ใบงานที่ 2.2 การหาความต้านทานรวม

จุดประสงค์ เพื่อฝึกทำโจทย์เกี่ยวกับการหาความต้านทานรวม

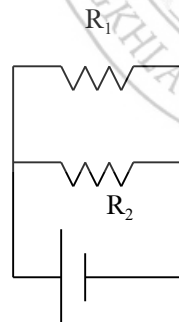
คำสั่ง จงแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง (วัดด้านความรู้ 5 คะแนน, เวลา 45 นาที)

1. กำหนดให้  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 200 \Omega$ , และ  $R_3 = 1200 \Omega$  จงตัวต้านทานรวมของวงจรต่อไปนี้



2. จากรูปจงหาความต้านทานรวม และ  $I_1$  ถ้า  $R_1 = 400 \Omega$  และ  $R_2 = 1200 \Omega$  และ

$$E = 10V$$

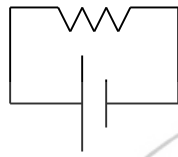


E

ใบงานทดลองที่ 3	เรื่องหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์
จุดประสงค์	เพื่อศึกษาหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์
คำชี้แจง	จงช่วยกันทำตามขั้นตอนต่อไปนี้ (เวลา 1 ชั่วโมง)

1. จัดอุปกรณ์บนชุดทดลองวงจรไฟฟ้าดังรูป เพื่อหาค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผ่าน  $R_1$  และสมมติว่า  $R_1$

$R_1$



2. เพิ่มค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 1 V แล้วนำ  $R_2$  มาต่อขนานกับจุดต่อแล้ววัดค่ากระแสไฟฟ้าของมัลติมิเตอร์เปรียบเทียบกับกระแสในข้อ 1
3. สรุปหลักการของแอมมิเตอร์ลงในใบงานที่ 3.1 ตอนที่ 1
4. ทำเหมือนข้อ 1 แต่วัดค่าความต่างศักย์แทน
5. ทำเหมือนข้อ 2 แต่นำ  $R_2$  (ซึ่งจะเรียกว่ามัลติพลายเออร์) ต่ออนุกรม วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเปรียบเทียบกับค่าในข้อ 4
6. สรุปหลักของโวลต์มิเตอร์ ลงในใบงานที่ 3.1 ตอนที่ 2

ใบงานที่ 3.1 เรื่องหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

คำสั่ง จงช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง (วัดด้านกระบวนการ 1 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง)

ตอนที่ 1

การทดลองเรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....



ใบงานที่ 3.1 เรื่องหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

คำสั่ง จงช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง (วัดด้านกระบวนการ 1 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง)

ตอนที่ 2

การทดลองเรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

### ใบงานที่ 3.2 เรื่องหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

**จุดประสงค์** เพื่อฝึกทำโจทย์หลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

**คำสั่ง** จงช่วยกันแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง (วัดด้านความรู้ 8 คะแนน เวลา 45 นาที)

1. หากมัลติมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน  $1,000 \Omega$  วัดกระแสสูงสุด  $0.2 \text{ A}$  ถ้าต้องการให้วัดกระแสได้สูงสุด  $1 \text{ A}$  ต้องนำตัวต้านทานที่โอห์มมาต่อและต่อแบบใดกับมัลติมิเตอร์
2. มัลติมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน  $10 \text{ K}\Omega$  วัดความต่างศักย์ได้มากที่สุด  $5 \text{ V}$  ถ้าต้องการให้วัดความต่างศักย์ได้มากที่สุด  $25 \text{ V}$  จะต้องนำตัวต้านทานที่โอห์มมาต่อและต่อแบบใด



เอกสารหมายเลข 1 แนวการตอบใบงานที่ 1 และเกณฑ์การให้คะแนน

ใบงานที่ 1 แบบบันทึกการทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

จุดประสงค์ ปฏิบัติการเกี่ยวกับกฎของโอห์ม

คำชี้แจง ให้ สมาชิก ภายใน กลุ่ม ช่วยกัน คิด ชื่อ เรื่อง สมมติฐาน ตัวแปร  
ตารางบันทึกผลการทดลองและสรุปผล (วัดด้านกระบวนการ 5 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง)

**การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม**

**สมาชิกในกลุ่ม**

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

**สมมติฐานการทดลอง**

ถ้าอุณหภูมิคงที่กระแสไฟฟ้าจะแปรตามความต่างศักย์ไฟฟ้า

ตัวแปรต้น ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ตัวแปรตาม กระแสไฟฟ้า

ตัวแปรควบคุม ตัวต้านทาน

**บันทึกผลการทดลอง**

ความต่างศักย์ (V)	กระแสไฟฟ้า (mA)
1.5	1.5
3.0	3.0
4.5	4.5
6.0	6.0

**สรุปผลการทดลอง**

เมื่ออุณหภูมิคงที่

กระแสไฟฟ้าแปรตามต่างศักย์ไฟฟ้าที่คร่อมตัวต้านทานนั้น

$$I \propto V \Rightarrow I = Kv \Rightarrow I = \frac{V}{R} \Rightarrow V = IR$$

เมื่อ R คือตัวต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม

.....

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องกฎของโอห์ม  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบงานทดลองที่ 1

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	2	5
1						
1						
2						
3						
4						
2						
1						
2						
3						
4						
3						
1						
2						
3						
4						
4						
1						
2						
3						
4						

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องกฎของโอห์ม  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบงานทดลองที่ 1

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	2	5
5						
1						
2						
3						
4						
6						
1						
2						
3						
4						
7						
1						
2						
3						
4						

### เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 1

#### 1. สมมติฐาน

ให้ระดับ 1 เมื่อตั้งสมมติฐานถูกต้อง ชัดเจน สอดคล้องกับปัญหา

ให้ระดับ 0 เมื่อไม่ตั้งสมมติฐานหรือไม่ถูกต้อง ชัดเจน

#### 2. ตัวแปรการทดลอง ประกอบด้วย ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ให้ระดับ 1 เมื่อมีตัวแปรต่าง ๆ ถูกต้องทุกตัวแปร

ให้ระดับ 0 เมื่อมีตัวแปรต่าง ๆ แต่ไม่ถูกต้อง

#### 3. บันทึกผลการทดลอง

ให้ระดับ 1 เมื่อบันทึกข้อมูลครบถ้วน และถูกต้อง

ให้ระดับ 0 เมื่อบันทึกข้อมูลผิดพลาดมากต้องคอยบอกให้แก้ไข

#### 4. สรุปผลการทดลอง

ให้ระดับ 2 เมื่อสรุปผลการทดลองสอดคล้องกับจุดประสงค์ครบถ้วนวิเคราะห์ผลถูกต้อง

ให้ระดับ 1 เมื่อสรุปผลการทดลองสอดคล้องไม่คล้อยกับจุดประสงค์



เอกสารหมายเลข 2.1 แนวการตอบใบงานที่ 2.1 และเกณฑ์การให้คะแนน

ใบงานที่ 2.1 การต่อตัวต้านทาน

จุดประสงค์ เพื่อหาสมการที่เกี่ยวข้องกับการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน

คำชี้แจง ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง

(วัดด้านกระบวนการ 2 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง)

ตอนที่ 1

### การทดลองเรื่องการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

สมมติฐานการทดลอง

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมจะทำให้กระแสไฟฟ้าเท่ากัน

ตัวแปรต้น วงจรแบบอนุกรม

ตัวแปรตาม กระแสไฟฟ้า

ตัวแปรควบคุม จำนวนกระแสไฟฟ้า

บันทึกผลการทดลอง

อุปกรณ์	ความต่างศักย์ไฟฟ้า(V)	กระแสไฟฟ้า (A)
ตัวต้านทานที่ 1	3	0.265
ตัวต้านทานที่ 2	3	0.265
เซลล์ไฟฟ้า	6	0.265

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองได้ว่า กระแสไฟฟ้ารวมมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านการหลอดที่ 1 และหลอดที่ 2 และความต่างศักย์ของหลอดที่ 1 รวมกับหลอดที่ 2 เท่ากับความต่างศักย์รวม

$$\text{ดังนั้นได้ว่า } I = I_1 = I_2$$

$$\text{และ } V = V_1 + V_2$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } R = R_1 + R_2$$

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องการต่อตัวต้านทาน  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบบางทดลองที่ 2.1 ตอนที่ 1”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	1	4
1						
1						
2						
3						
4						
2						
1						
2						
3						
4						
3						
1						
2						
3						
4						
4						
1						
2						
3						
4						



แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องการต่อต้านทาน  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบงานทดลองที่ 2.1 ตอนที่ 1”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	1	
5						
1						
2						
3						
4						
6						
1						
2						
3						
4						
7						
1						
2						
3						
4						

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 2.1 ตอนที่ 1

เหมือนใบงานที่ 1

เอกสารหมายเลข 2.1 แนวการตอบใบงานที่ 2.1 และเกณฑ์การให้คะแนน

ใบงานที่ 2.1 การต่อตัวต้านทาน

จุดประสงค์ เพื่อหาสมการที่เกี่ยวข้องกับการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน

คำชี้แจง ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง  
(วัดด้านกระบวนการ 2 คะแนน, เวลา 1 ชั่วโมง)

ตอนที่ 2

การทดลองเรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....  
 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....  
 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....  
 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

สมมติฐานการทดลอง

การต่อตัวต้านทานแบบขนานจะทำให้ความต่างศักย์เท่ากัน

ตัวแปรต้น วงจร

ตัวแปรตาม ความต่างศักย์

ตัวแปรควบคุม เซลล์ไฟฟ้า

บันทึกผลการทดลอง

อุปกรณ์	ความต่างศักย์ไฟฟ้า(V)	กระแสไฟฟ้า (A)
หลอดที่ 1	9	1.325
หลอดที่ 2	9	1.325
เซลล์ไฟฟ้า	9	0.265

สรุปผลการทดลอง

ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมมีค่าเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าของหลอดที่ 1 และเท่ากับของหลอดที่ 2 แต่กระแสไฟฟ้ารวมเท่ากับ ผลบวกของกระแสไฟฟ้าหลอดที่ 1 และหลอดที่ 2

ได้ว่า  $V = V_1 = V_2$  ↓

และ  $I_s = I_1 + I_2$

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

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องการต่อต้านทาน  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบทดลองที่ 2.1 ตอนที่ 2”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	2	5
1						
1						
2						
3						
4						
2						
1						
2						
3						
4						
3						
1						
2						
3						
4						
4						
1						
2						
3						
4						

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องการต่อตัวด้านทาน  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบงานทดลองที่ 2.1 ตอนที่ 2”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	2	
5						
1						
2						
3						
4						
6						
1						
2						
3						
4						
7						
1						
2						
3						
4						

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 2.1 ตอนที่ 2

เหมือนใบงานที่ 2.1 ตอนที่ 1

เอกสารหมายเลข 2.2 แนวการตอบใบงานที่ 2.2 และเกณฑ์การให้คะแนน

ใบงานที่ 2.2 การหาความต้านทานรวม

จุดประสงค์ เพื่อฝึกทำโจทย์เกี่ยวกับการหาความต้านทานรวม

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง (วัดด้านความรู้ 5 คะแนน, เวลา 45 นาที)

1. กำหนดให้  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 200 \Omega$ , และ  $R_3 = 1200 \Omega$  จงหาค่าความต้านทานรวมของวงจรต่อไปนี้

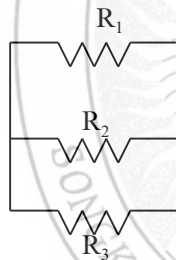
1.1.  $R_1$   $R_2$   $R_3$



$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = 1,500 \Omega \quad (\text{ทำถึงตรงนี้ได้ 1 คะแนน})$$

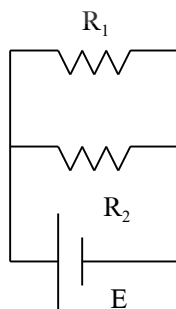
1.2.



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{1200} = \frac{19}{1200}$$

$$R = \frac{1200}{9} = 63.16 \Omega \quad (\text{ทำถึงตรงนี้ได้ 1 คะแนน})$$

2. จากรูปจงหาความต้านทานรวม และ  $I_1$  ถ้า  $R_1 = 400 \Omega$  และ  $R_2 = 1200 \Omega$  และ  $E = 10V$



วาดรูปได้ 1 คะแนน

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{400} + \frac{1}{1200} = \frac{4}{1200}$$

$$R = \frac{1200}{4} = 300\Omega \quad (\text{ทำถึงตรงนี้ได้ 1 คะแนน})$$

จาก  $V_1 = I_1 R_1$  แต่  $V_1 = V = 10 \text{ V}$

เพราะฉะนั้น  $10 = I_1(400)$

$$I_1 = 0.025 \text{ A} \quad (\text{ทำถึงตรงนี้ได้ 1 คะแนน})$$

**ตอบ** ความต้านทานรวมมีค่า 300 โอห์ม และ กระแสไฟฟ้าผ่าน  $R_1$  มีค่า 0.025 แอมแปร์



เอกสารหมายเลข 3.1 แนวการตอบใบงานที่ 3.1 และเกณฑ์การให้คะแนน  
 ใบงานที่ 3.1 เรื่องหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์  
 จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์  
 คำสั่ง จงช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง (วัดด้านกระบวนกร 1 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง)

### ตอนที่ 1

การทดลองเรื่อง.....

#### สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

#### สมมติฐานการทดลอง

ถ้าต้องการให้กัลวานอมิเตอร์วัดกระแสได้มากขึ้นแล้วต้องนำความต้านทานมาต่อขนานกับ

กัลวานอมิเตอร์

ตัวแปรต้น      ชั้นดี

ตัวแปรตาม      กระแสไฟฟ้า

ตัวแปรควบคุม   กัลวานอมิเตอร์

บันทึกผลการทดลอง

อุปกรณ์	กระแสไฟฟ้า(mA)
มัลติมิเตอร์	0.265
ตัวต้านทาน	0.265
แอมมิเตอร์	0.430

#### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองได้ว่าเดิมมัลติมิเตอร์วัดกระแสได้ 0.265 mA ต่อมาเพิ่มเซลล์ไฟฟ้าทำให้มีกระแสไฟฟ้ามากขึ้น จึงนำตัวต้านทานมาต่อขนานเพื่อให้ตัวต้านทานแบ่งกระแสไฟฟ้าไป 0.265 mA และรวมเรียกอุปกรณ์ชุดนี้ว่า แอมมิเตอร์ วัดกระแสได้สูงถึง 0.43 mA ดังนั้นสรุปได้ว่า

หลักการของแอมมิเตอร์ คือ การนำตัวต้านทานมาต่อขนานกับมัลติมิเตอร์เพื่อช่วยแบ่งกระแสไฟฟ้า  
จึงทำให้มัลติมิเตอร์วัดกระแสได้มากขึ้น โดยมีสมการ  $V_G = V_s$  ดังนั้น  $I_G R_G = I_s R_s$  และ  $I = I_G + I_s$

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องแอมมิเตอร์

“การตรวจผลงานการทดลอง ใบงานทดลองที่ 3.1 ตอนที่ 1”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	1	
1						
1						
2						
3						
4						
2						
1						
2						
3						
4						
3						
1						
2						
3						
4						
4						
1						
2						
3						
4						



--	--	--	--	--	--	--

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องแอมมิเตอร์  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบบางทดลองที่ 3.1 ตอนที่ 1”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	1	
5						
1						
2						
3						
4						
6						
1						
2						
3						
4						
7						
1						
2						
3						
4						

เกณฑ์การให้คะแนนใบบางที่ 3.1 ตอนที่ 1

เหมือนใบบางที่ 2.1 ตอนที่ 2



เอกสารหมายเลข 3.1 แนวการตอบใบงานที่ 3.1 และเกณฑ์การให้คะแนน  
 ใบงานที่ 3.1 เรื่องหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์  
 จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์  
 คำสั่ง จงช่วยกันเติมข้อมูลให้ถูกต้อง (วัดด้านกระบวนกร 1 คะแนน, เวลา 1 ชั่วโมง)

## ตอนที่ 2

### การทดลองเรื่องโวลต์มิเตอร์

#### สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น ม.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น ม.....เลขที่.....

#### สมมติฐานการทดลอง

ถ้าต้องการให้ มัลติมิเตอร์วัดความต่างศักย์ได้มากขึ้น แล้ว  
 ต้องนำความต้านทานมาต่อขนานกับมัลติมิเตอร์

ตัวแปรต้น มัลติพลายเออร์

ตัวแปรตาม ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ตัวแปรควบคุม กัลวานอมิเตอร์

#### บันทึกผลการทดลอง

อุปกรณ์	ความต่างศักย์ (V)
มัลติมิเตอร์	1.5
ตัวต้านทาน	1.5
โวลต์มิเตอร์	3.0

#### สรุปผลการทดลอง

เติม กัลวานอมิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ 1.5 V  
 แต่พอนำมัลติพลายเออร์มาต่ออนุกรมแล้วจะวัดความต่างศักย์ได้เพิ่มเป็น 3 V  
 ดังนั้นหลักการของโวลต์มิเตอร์คือ นำเอามัลติพลายเออร์มาต่ออนุกรมกับกัลวานอมิเตอร์  
 เพื่อให้กัลวานอมิเตอร์วัดความต่างศักย์ได้มากขึ้น ดังสมการ  $V = V_G + V_M$  ดังนั้น  $V = V_G + I_M R_M$  และ  $I = I_G = I_M$

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องโวลต์มิเตอร์  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบบางทดลองที่ 3.1 ตอนที่ 2”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	1	
1						
1						
2						
3						
4						
2						
1						
2						
3						
4						
3						
1						
2						
3						
4						
4						
1						
2						
3						
4						

แบบบันทึกผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการเรื่องโวลต์มิเตอร์  
 “การตรวจผลงานการทดลอง ใบบางทดลองที่ 3.1 ตอนที่ 2”

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมมติฐาน	ตัวแปร	บันทึกผล	สรุปผล	รวม
		1	1	1	1	
5						
1						
2						
3						
4						
6						
1						
2						
3						
4						
7						
1						
2						
3						
4						

เกณฑ์การให้คะแนนใบบางที่ 3.1 ตอนที่ 2

เหมือนใบบางที่ 3.1 ตอนที่ 1

เอกสารหมายเลข 3.2 แนวการตอบใบงานที่ 3.2 และเกณฑ์การให้คะแนน

ใบงานที่ 3.2 เรื่องหลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

จุดประสงค์ เพื่อฝึกทำโจทย์หลักการของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

คำสั่ง จงช่วยกันแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง (วัดด้านความรู้ 8 คะแนน เวลา 45 นาที)

1. กัลวานอมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน  $1,000 \Omega$  วัดกระแสสูงสุด  $0.2 A$  ถ้าต้องการให้วัดกระแสได้สูงสุด  $1 A$  ต้องนำขั้วที่โอห์มมาต่อและต่อแบบใดกับกัลวานอมิเตอร์

วิธีทำ

$$\begin{aligned} V_G &= V_s \\ I_G R_G &= I_s R_s \\ I_G R_G &= (I - I_G) R_s \\ (0.2)(1000) &= (1 - 0.2) R_s \\ R_s &= \frac{2000}{0.8} = 2500 \Omega \text{ (ทำถึงตรงนี้ได้ 3 คะแนน)} \end{aligned}$$

ตอบ ต้องนำขั้ว 250 โอห์ม มาต่อขนานกับกัลวานอมิเตอร์

2. กัลวานอมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน  $10 K\Omega$  วัดความต่างศักย์ได้มากที่สุด  $5 V$  ถ้าต้องการให้วัดความต่างศักย์ได้มากที่สุด  $25 V$  จะต้องนำมัลติพลายเออร์กี่โอห์มมาต่อและต่อแบบใด

วิธีทำ

$$\begin{aligned} V &= V_G + V_m & \text{แต่} & V_G = I_G R_G \\ 25 &= 5 + V_m & 5 &= I_G (10,000) \\ V_m &= 20 V & I_G &= 5 \times 10^{-4} A \\ V_m &= I_m R_m & \text{และ} & I_G = I_m \\ 20 &= 5 \times 10^{-4} R_m \\ R_m &= 4 \times 10^4 \Omega \text{ (ทำถึงตรงนี้ได้ 5 คะแนน)} \end{aligned}$$

ตอบ ต้องนำมัลติพลายเออร์  $40,000$  โอห์มมาต่อแบบอนุกรมกับกัลวานอมิเตอร์

**เอกสารหมายเลข 4** แบบบันทึกการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (5 คะแนน)

**คำชี้แจง** แบบประเมินฉบับนี้เป็นการประเมินเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนโดยผู้สอน/นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการปฏิบัติหรือไม่ ถ้ามีการปฏิบัติให้คะแนน ถ้าไม่มีการปฏิบัติให้คะแนน 0 คะแนน

ผู้ประเมิน  ผู้สอน  นักเรียน

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ-สกุล กลุ่มผู้ถูกประเมิน	เลขที่ชั้น	คุณลักษณะฯ					รวม
			ความคิดสร้าง	ความรับผิดชอบ	ความรอบ	ตั้งใจทำงาน	ยอมรับฟัง	
		1	1	1	1	1	1	5
1								
	1							
	2							
	3							
	4							
2								
	1							
	2							
	3							
	4							
3								
	1							
	2							
	3							
	4							
4								
	1							
	2							
	3							

4								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

เอกสารหมายเลข 4 แบบบันทึกการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (5 คะแนน)

คำชี้แจง แบบ บ ป ระ เ มื น ๓ บ ั บ ั น ี

เป็นการประเมินเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน โดยผู้สอน/นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการปฏิบัติหรือไม่ ถ้ามีการปฏิบัติให้คะแนน ถ้าไม่มีการปฏิบัติให้คะแนน 0 คะแนน

ผู้ประเมิน  ผู้สอน  นักเรียน

กลุ่มที่ เลขที่	ชื่อ-สกุล กลุ่มผู้ถูกประเมิน	คุณลักษณะฯ					รวม
		เลขที่ในชั้น	ความคิดสร้างสรรค์	ความรับผิดชอบ	ความรอบ	ตั้งใจทำงาน	
		1	1	1	1	1	5
5							
1							
2							
3							
4							
6							
1							
2							
3							
4							
7							
1							
2							
3							
4							



แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 3 (ครั้งที่ 3)	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 3 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	จำนวน 3 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระสำคัญ

วงจรอนุกรม เป็นวงจรที่มีองค์ประกอบตั้งแต่สองตัวขึ้นไป ต่อเรียงกันโดยมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้เพียงทางเดียว

### จุดประสงค์ทั่วไป

มีความรู้ความสามารถในการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เช่น การต่อความต้านทานแบบอนุกรม และการต่อความต้านทานแบบอนุกรมเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

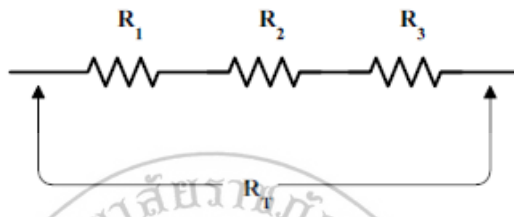
1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้
2. สามารถคำนวณหาความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า ในวงจรอนุกรมได้
3. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า ในวงจรอนุกรมได้
4. สามารถต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้

### ทฤษฎีและหลักการ

วงจรอนุกรม เรียกว่า “ซีรี่ เซอร์ คิต ” (Series Circuit) คือการนำเอาตัวความต้านทานตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมาต่อเรียงอันดับหรืออนุกรมกับแหล่งจ่าย โดยมีกระแสไฟฟ้า (Current) ไหลผ่านเพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น ตลอด

แรงดันตกคร่อมตัวความต้านทานแต่ละตัวจะแตกต่างกัน กล่าวคือ ความต้านทานตัวใดมีค่ามากจะมีแรงดันตกคร่อมมาก ดังรูปที่ 1 และ 2

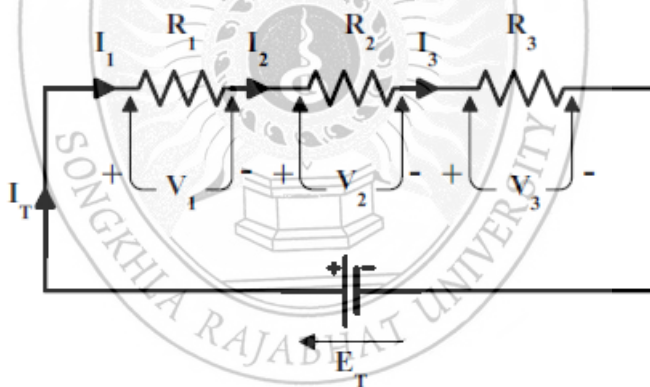
1. การต่อความต้านทานแบบอนุกรม และวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมในวงจร



รูปที่ 1 แสดงการต่อความต้านทานแบบอนุกรม

จากรูปที่ 1 คำนวณหาค่าความต้านทานรวม  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots$  โอห์ม

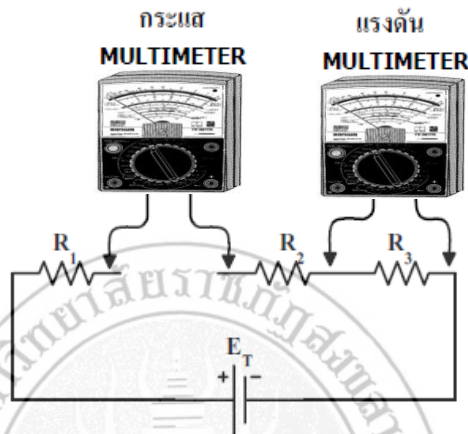
2. การนำความต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2 แสดงการนำความต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ

จากรูปที่ 2 คำนวณหาค่า  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots\dots\dots R_n$  โอห์ม  
 คำนวณหาค่า  $V_1 = I_1 R_1, V_2 = I_2 R_2, V_3 = I_3 R_3 \dots\dots\dots$  โวลต์  
 คำนวณหาค่า  $E_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots\dots\dots V_n$  โวลต์  
 คำนวณหาค่า  $I_T = E_T / R_T \dots\dots\dots$  มิลลิแอมแปร์

3. การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม



รูปที่ 3 แสดงวิธีการใช้มิเตอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม

ดังนั้น จากเนื้อหาที่ได้กล่าวไปด้วยนั้น พอสรุปเป็นคุณสมบัติของวงจรอนุกรมได้ดังนี้

1. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจร จะมีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัว

$$E_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \dots \dots \dots \text{โวลท์}$$

2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า มีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในแต่ละส่วนของวงจร

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \dots \dots \dots \text{แอมแปร์}$$

3. ค่าความต้านทานรวมของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของค่าความต้านทานย่อย

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \dots \dots \dots \text{โอห์ม}$$

4. กำลังไฟฟ้ารวมของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของกำลังไฟฟ้าย่อย

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n \dots \dots \dots \text{วัตต์}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรในรูปที่ ข.9 กำหนดให้ความต้านทาน  $R_1 = 1\text{K}\Omega$  ,  $R_2 = 2\text{K}\Omega$

$R_3 = 5\text{K}\Omega$  และ  $E_T = +12\text{V}$

จงคำนวณหาค่า

1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
2. กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$
3. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$

1. หาค่าความต้านทานรวม  $R_T$

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 1K\Omega + 2K\Omega + 5K\Omega \\ &= 8K\Omega \end{aligned}$$

2. หาค่ากระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$

$$\begin{aligned} I_T &= E_T / R_T = 12V / 8K\Omega \\ &= 1.5 \text{ mA} \end{aligned}$$

3. หาค่าแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$

$$V_{R1} = I_T \times R_1 = 1.5\text{mA} \times 1K\Omega = 1.5V ,$$

$$V_{R2} = I_T \times R_2 = 1.5\text{mA} \times 2K\Omega = 3V$$

$$V_{R3} = I_T \times R_3 = 1.5\text{mA} \times 5K\Omega = 7.5V$$

### กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
<p>1. ขั้นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน</p> <p>ผู้สอนทำการควบคุมการทำแบบทดสอบก่อนเรียน</p>	<p>1. ขั้นทำการทดสอบก่อนเรียนผู้เรียนได้รับการประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน</p>
<p>2. ขั้นดำเนินการสอน</p> <p>- ผู้สอนอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรอนุกรม</p> <p>- ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมในวงจรอนุกรม</p> <p>-</p>	<p>2. ขั้นเริ่มดำเนินการกิจกรรมการเรียนเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รับฟังอธิบายเนื้อหาเป็นหลักการที่เกี่ยวข้องและขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทดลองจากผู้สอน</p>

<p>ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและการไฟฟ้าในวงจรอนุกรม</p> <p>-</p> <p>ผู้สอนอธิบายวิธีการคำนวณหาค่าความต้านทานรวมหาค่าแรงดันตกคร่อมและหาค่ากระแสไฟฟ้านวงจรอนุกรม</p>	
<p>3. ขั้นสำรวจ</p> <p>ผู้สอนควรเดินสำรวจการปฏิบัติการณ์ทดลองเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน และช่วยแนะนำเมื่อมีข้อสงสัยในการชุดทดลอง</p>	<p>3. ขั้นกิจกรรมระหว่างดำเนินการทดลองลำดับขั้นการทดลองผู้เรียนต่อวงจรอนุกรมทำการทดลองตามลำดับขั้นการทดลองจากข้อมูลดำเนินการทดลอง และวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า ณ. จุดต่าง ๆ ในวงจรขนาน</p>

กิจกรรมการเรียนการสอน (ต่อ)

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
<p>4. ขั้นตอนการตรวจคำถามและรายงานการทดลอง</p> <p>ผู้สอนทำการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนจากคำถามท้ายการทดลอง และรายงานการทดลอง</p>	<p>4. ขั้นตอบคำถามท้ายการทดลองและรายงานการทดลองผู้เรียนทำการตอบคำถามแบบอัตโนมัติหลังจากทำการทดลองแล้วเพื่อสรุปรวมความรู้และทักษะที่ได้จากการทดลอง</p>
<p>5. ขั้นการทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน</p>	<p>5. ขั้นทำการทดสอบหลังเรียนผู้เรียนได้รับ</p>

ผู้สอนทำการควบคุมการทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากได้ตอบคำถามท้ายการทดลองและเขียน รายงานการทดลองแล้วเพื่อประเมินผู้เรียน	การประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบ หลังเรียน หลังจากได้ตอบคำถามท้าย การทดลองและเขียนรายงานการทดลอง แล้ว
---	--

### สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงานทดลองที่ 2
2. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

### การประเมินผล

1. ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องในการปฏิบัติงานระหว่างการทดลอง
3. ตรวจสอบคำตอบจากคำถามท้ายการทดลอง
4. ตรวจสอบรายงานการทดลอง
5. ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน

### บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

<b>แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 4 (ครั้งที่ 4)</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 3 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน	จำนวน 3 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน  
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน

ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้  
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระสำคัญ

วงจรรขนาน เรียกว่า “พาราเรล เซอร์กิต” ( Parallel Circuit )  
คือการนำเอาตัวความต้านทานตั้งแต่สองตัวมาต่อขนานหรือคร่อมกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า  
โดยมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวเท่ากันและเท่ากับแหล่งจ่าย

### จุดประสงค์ทั่วไป

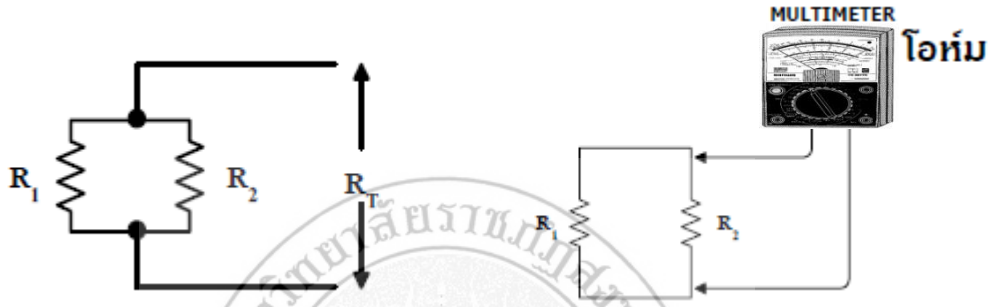
มีความรู้ความสามารถในการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน เช่น  
การต่อความต้านทานแบบขนาน และการต่อความต้านทานแบบขนานเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนานได้
2. สามารถคำนวณหารค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า
3. ในวงจรรขนานได้
4. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า
5. ในวงจรรขนานได้
6. สามารถต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานได้

**ทฤษฎีและหลักการ**

วงจรรขนาน หมายถึง วงจรที่ นำความต้านทาน ค่าต่าง ๆ มาต่อรวมกันระหว่างจุดสองจุดโดยปลายด้านหนึ่งของตัวความต้านทานทุกตัวต่อรวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง และปลายอีกด้านหนึ่งของตัวความต้านทานที่ต่อรวมกันต่อกันที่จุด ๆ หนึ่ง และนำมาต่อเข้ากับแหล่งจ่าย



รูป แสดงการต่อความต้านทานแบบขนานและวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน

จากรูป พิจารณาจะเห็นได้ว่า ค่าความต้านทานรวมในวงจร

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

ดังนั้นจะได้  $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$  ..... โอห์ม

กรณีความต้านทานขนานกัน 3 ตัว จะได้สมการ  $R_T$  คือ

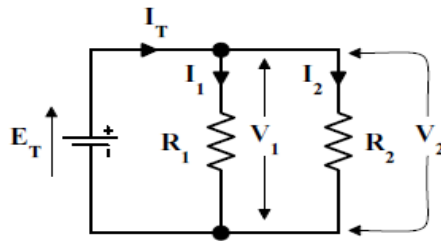
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

จะได้  $\frac{1}{R_T} = \frac{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}{R_1 \times R_2 \times R_3}$

ดังนั้น  $R_T = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}$  ..... โอห์ม



การนำความต้านทานที่ต่อขนาน

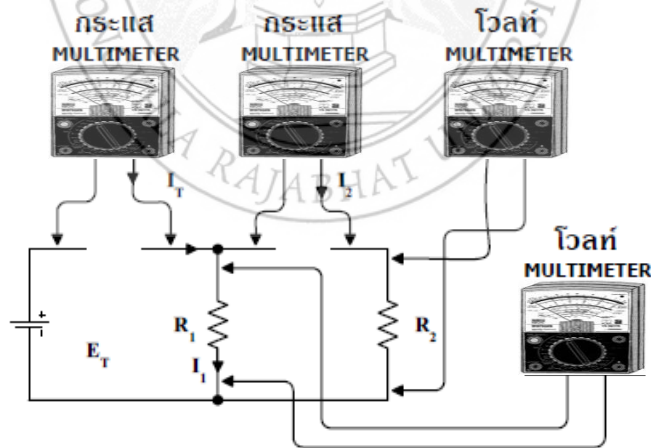


รูปที่ ข.12 แสดงการนำความต้านทานที่ต่อแบบขนานต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ

จากรูปที่ข.12 พิจารณาจะเห็นได้ว่า

- กระแสรวมทั้งหมดในวงจร  $I_T = I_1 + I_2$  ..... แอมแปร์
- กระแสไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$   $I_{R1} = V_1 / R_1$  ..... แอมแปร์
- กระแสไหลผ่านความต้านทาน  $R_2$   $I_{R2} = V_2 / R_2$  ..... แอมแปร์
- แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$   $V_{R1} = I_{R1} \times R_1$  ..... โวลต์
- แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_2$   $V_{R2} = I_{R2} \times R_2$  ..... โวลต์
- แรงดันรวมทั้งหมด  $E_T = V_1 + V_2$  ..... โวลต์

การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงและกระแสไฟฟ้าในวงจรขนาน



รูปที่ ข.13 แสดงการใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจรขนาน  
ดังนั้น จึงสรุปเป็นคุณสมบัติของวงจรขนานได้ดังนี้

1. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายให้กับวงจร มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมที่ความต้านทานแต่ละตัว

$$E_T = V_1 = V_2 = \dots\dots\dots = V_n \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัว

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \dots \dots \dots \text{ มิลลิแอมแปร์}$$

3. ค่าความต้านทานรวมในวงจร จะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดของวงจร

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \dots \dots \dots \text{ โอห์ม}$$

จะได้ความต้านทานรวม  $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \dots \dots \dots \text{ โอห์ม}$

ดังนั้น จึงสรุปเป็นคุณสมบัติของวงจรขนานได้ดังนี้

1. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายให้ กับ วงจร มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมที่ความต้านทานแต่ละตัว

$$E_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n \dots \dots \dots \text{ โวลท์}$$

2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัว

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \dots \dots \dots \text{ มิลลิแอมแปร์}$$

3. ค่าความต้านทานรวมในวงจร จะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดของวงจร

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots + \frac{1}{R_N} \dots \dots \dots \text{ โอห์ม}$$

จะได้ความต้านทานรวม  $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \dots \dots \dots \text{ โอห์ม}$

4. กำลังไฟฟ้ารวมของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของวงจรไฟฟ้าย่อย

$$P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n \dots \dots \dots \text{ วัตต์}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ ข.12 กำหนดให้  $R_1 = 1\text{K}\Omega$  ,  $R_2 = 2\text{K}\Omega$  และ  $E_T = 12\text{V}$

- จงคำนวณหา
1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
  2. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$
  3. กระแสไฟฟ้าไหลทั้งหมดในวงจร  $I_T$

1) คำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{1\text{K}\Omega \times 2\text{K}\Omega}{1\text{K}\Omega + 2\text{K}\Omega}$$

$$= 0.67 \text{ K}\Omega$$

2) คำนวณหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$

$$I_{R_1} = E_T / R_1 = 12\text{V} / 1\text{K}\Omega = 12 \text{ mA}$$

$$I_2 = E_T / R_2 = 12\text{V} / 2\text{K}\Omega = 6 \text{ mA}$$

3) คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลทั้งหมดในวงจร

$$I_T = E_T / R_T = 12\text{V} / 0.67 \text{ K}\Omega = 17.91 \text{ mA}$$

$$= 18 \text{ mA}$$

### กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
1. ขั้นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ผู้สอนทำการควบคุมการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	1. ขั้นทำการทดสอบก่อนเรียน - ผู้เรียนได้รับการประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ขั้นดำเนินการสอน - ผู้สอนอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรขนาน - ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมในวงจรขนาน - ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและการไฟฟ้าในวงจรขนาน - ผู้สอนอธิบายวิธีการคำนวณหาค่าความต้านทานรวม หาค่าแรงดันตกคร่อม และหาค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรขนาน	2. ขั้นเริ่มดำเนินการกิจกรรมการเรียน - เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รับฟังอธิบายเนื้อหาเป็นหลักการที่เกี่ยวข้องและขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทดลองจากผู้สอน
3. ขั้นสำรวจ - ผู้สอนควรเดินสำรวจการปฏิบัติการทดลองเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนและช่วยแนะนำเมื่อมีข้อสงสัยในการชุดทดลอง	3. ขั้นกิจกรรมระหว่างดำเนินการทดลอง - ลำดับขั้นการทดลอง - ผู้เรียนต่อวงจรอนุกรม ทำการทดลองตามลำดับขั้นการทดลองจากข้อมูลดำเนินการทดลอง และวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า ณ จุดต่าง ๆ ในวงจรขนาน
4. ขั้นตอนการตรวจคำถามและรายงานการทดลอง - ผู้สอนทำการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนจากคำถามท้ายการทดลอง และรายงานการทดลอง	4. ขั้นตอบคำถามท้ายการทดลองและรายงานการทดลอง - ผู้เรียนทำการตอบคำถามแบบอัตโนมัติหลังจากทำการทดลองแล้ว เพื่อสรุปรวมความรู้และทักษะที่ได้จากการทดลองกิจกรรมผู้สอน กิจกรรมผู้เรียน

## กิจกรรมการเรียนการสอน (ต่อ)

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
5. ขั้นการทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน - ผู้สอนทำการควบคุมการทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากได้ตอบคำถามท้ายการทดลองและเขียนรายงานการทดลองแล้วเพื่อประเมินผู้เรียน	5. ขั้นทำการทดสอบหลังเรียน - ผู้เรียนได้รับการประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากได้ตอบคำถามท้ายการทดลองและเขียนรายงานการทดลองแล้ว

## สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงานทดลองที่ 3
2. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

## การประเมินผล

1. ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องในการปฏิบัติงานระหว่างการทดลอง
3. ตรวจสอบคำตอบจากคำถามท้ายการทดลอง
4. ตรวจสอบรายงานการทดลอง
5. ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน

## บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

<b>แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 3 (ครั้งที่ 3)</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 3 วงจรไฟฟ้าแบบผสม	จำนวน 4 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน  
ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน  
ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้  
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าแบบผสม คือวงจรที่ประกอบด้วยวงจรอนุกรม ( Series Circuit ) และวงจรขนาน  
(Parallel Circuit) ย่อย ๆ อยู่ในวงจรใหญ่เดียวกัน

### จุดประสงค์ทั่วไป

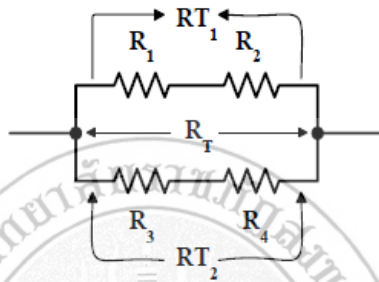
นักเรียนมีความรู้ความสามารถในการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม เช่น  
การต่อความต้านทานแบบผสมแบบอนุกรม – ขนาน แบบขนาน – อนุกรม  
และการต่อความต้านทานแบบผสมเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของวงจรผสมได้
2. สามารถคำนวณหารค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า
3. ในวงจรผสมได้
4. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า
5. ในวงจรผสมได้
6. สามารถต่อวงจรความต้านทานแบบผสมได้

**ทฤษฎีและหลักการ**

วงจรไฟฟ้าแบบผสม หมายถึง วงจรที่ประกอบด้วยการต่อความต้านทานแบบอนุกรมและขนาน และแบบขนานอนุกรมรวมอยู่ในวงจรเดียวกัน ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ ข.14 แสดงการต่อความต้านทานแบบผสม แบบอนุกรม - ขนาน

จากรูปที่ ข.14 สามารถคำนวณหาความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบอนุกรม - ขนาน  
ขั้นตอนการคำนวณ

1. หาค่าความต้านทานรวมของวงจรอนุกรมทั้งสองก่อน จะได้

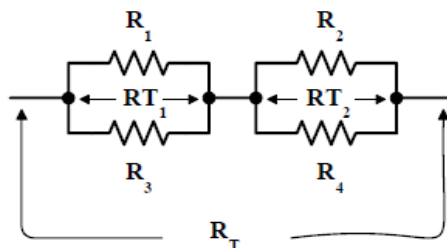
$$R_{T1} = R_1 + R_2$$

และ  $R_{T2} = R_3 + R_4 \dots\dots\dots$  โอห์ม

2. หาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบอนุกรม - ขนาน จะได้

$$R_T = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

ต่อความต้านทานแบบผสม แบบขนาน - อนุกรม



รูปที่ ข.15 แสดงการต่อความต้านทานแบบผสม และการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานในวงจร

จากรูปที่ ข.15 สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบขนาน – อนุกรม  
ขั้นตอนในการคำนวณ

1. หาค่าความต้านทานรวมของวงจรขนานทั้งสองก่อน จะได้

$$R_{T1} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

และ  $R_{T2} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$

2. หาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบขนาน - อนุกรม

$$R_T = R_{T1} + R_{T2} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

การนำความต้านทานที่ต่อแบบผสมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ (แบบอนุกรม – ขนาน)



รูปที่ ข.16 การต่อความต้านทานเข้ากับแหล่งจ่าย และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร

จากรูปที่ ข.16 สามารถคำนวณหาค่ากระแส  $I_T$ ,  $I_1$  และ  $I_2$  ได้ดังนี้  
ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณหาค่าความต้านทาน  $R_T$  ก่อน

$$R_{T1} = R_1 + R_2$$

และ  $R_{T2} = R_3 + R_4 \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$

$$R_T = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

2. คำนวณหาค่ากระแสทั้งหมดในวงจร  $I_T$



$I_T = E_T / R_T$  ..... มิลลิแอมแปร์

3. คำนวณหาค่ากระแส  $I_1$  และ  $I_2$

$I_1 = \frac{E_T}{R_1 + R_2}$  ..... มิลลิแอมแปร์

$I_2 = \frac{E_T}{R_3 + R_4}$  ..... มิลลิแอมแปร์

จากรูปที่ ข.16 สามารถคำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R1}$ ,  $V_{R2}$ ,  $V_{R3}$ ,  $V_{R4}$  และ  $E_T$

ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R1}$  จะได้

$V_{R1} = I_1 \times R_1$  ..... โวลต์

2. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R2}$  จะได้

$V_{R2} = I_1 \times R_2$  ..... โวลต์

3. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R3}$  จะได้

$V_{R3} = I_2 \times R_3$  ..... โวลต์

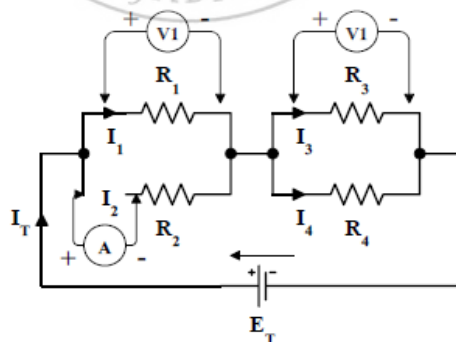
4. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R4}$  จะได้

$V_{R4} = I_2 \times R_4$  ..... โวลต์

5. คำนวณหาค่าแรงดันทั้งหมด  $E_T$  จะได้

$E_T = (V_{R1} + V_{R2}) + (V_{R3} + V_{R4})$  ..... โวลต์

การนำความต้านทานที่ต่อแบบผสมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ (แบบขนาน - อนุกรม)



รูปที่ ข.17 การนำความต้านทานต่อเข้ากับแหล่งจ่าย และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร

จากรูปที่ ข.4 สามารถคำนวณหาค่า  $I_T$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  และ  $I_4$

ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณหาค่าความต้านทานรวม  $R_{T1}$ ,  $R_{T2}$  และ

$$R_{T1} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

$$R_{T2} = \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_T = R_{T1} + R_{T2} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

2. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$

$$I_T = E_T / R_T \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

3. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า  $V_1$ ,  $V_2$  และ  $E_T$

$$V_1 = I_T \times R_{T1}$$

$$V_2 = I_T \times R_{T2}$$

$$E_T = V_1 + V_2 \dots\dots\dots \text{โวลต์}$$

4. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  และ  $I_T$

$$I_1 = V_1 / R_1 \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

$$I_2 = V_1 / R_2 \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

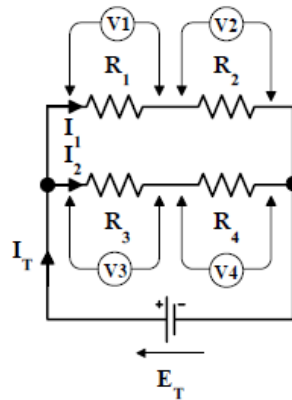
$$I_3 = V_2 / R_3 \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

$$I_4 = V_2 / R_4 \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ ข.17 กำหนดให้  $R_1 = 5 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 15 \text{ K}\Omega$ ,  $R_3 = 18 \text{ K}\Omega$ ,  $R_4 = 2 \text{ K}\Omega$

และ  $E_T = 12 \text{ V}$

- จงคำนวณหา
1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
  2. กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$
  3. กระแสไฟฟ้าไหล  $I_1$  และ  $I_2$
  4. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  และ  $R_4$



รูปที่ ข.18 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม (อนุกรม-ขนาน)

1. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$

$$\begin{aligned} R_{T1} &= R_1 + R_2 \\ &= 5\text{K}\Omega + 15\text{K}\Omega \\ &= 20\text{K}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{T2} &= R_3 + R_4 \\ &= 18\text{K}\Omega + 2\text{K}\Omega \\ &= 20\text{K}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \\ &= \frac{20\text{K}\Omega \times 20\text{K}\Omega}{20\text{K}\Omega + 20\text{K}\Omega} \\ &= \frac{400\text{K}\Omega}{40\text{K}\Omega} \\ &= 10\text{K}\Omega \end{aligned}$$

2. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทั้งหมด  $I_T$

$$\begin{aligned} I_T &= E_T / R_T \\ &= 12\text{V} / 10\text{K}\Omega \\ &= 1.2\text{mA} \end{aligned}$$

3. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า  $I_1$  และ  $I_2$

$$\begin{aligned} I_1 &= E_T / R_{T1} \\ &= 12V / 20K\Omega \\ &= 0.6 \text{ mA} \end{aligned}$$

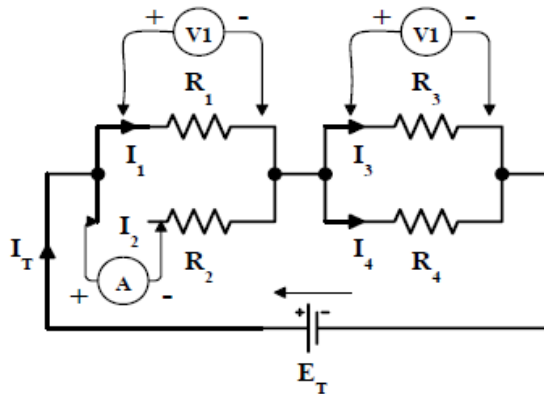
$$\begin{aligned} I_2 &= E_T / R_{T2} \\ &= 12V / 20K\Omega \\ &= 0.6 \text{ mA} \end{aligned}$$

4. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  และ  $R_4$

$$\begin{aligned} V_{R1} &= I_1 \times R_1 = 0.6\text{mA} \times 5K\Omega = 3V \\ V_{R2} &= I_1 \times R_2 = 0.6\text{mA} \times 15K\Omega = 9V \\ V_{R3} &= I_2 \times R_3 = 0.6\text{mA} \times 18K\Omega = 10.8V \\ V_{R4} &= I_2 \times R_4 = 0.6\text{mA} \times 2K\Omega = 1.2V \end{aligned}$$

**ตัวอย่างที่ 2** จากวงจรในรูปที่ ข.19 กำหนดให้  $R_1=2K\Omega$ ,  $R_2=8K\Omega$ ,  $R_3=4K\Omega$ ,  $R_4=6K\Omega$  และ  $E_T=12V$

- จงคำนวณหา**
1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
  2. กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$
  3. แรงดัน  $V_1$  และ  $V_2$
  4. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  และ  $R_4$



รูปที่ ข.19 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม (ขนาน-อนุกรม)

$$\begin{aligned}
 R_{T1} &= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} & R_{T2} &= \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} \\
 &= \frac{2\text{K}\Omega \times 8\text{K}\Omega}{2\text{K}\Omega + 8\text{K}\Omega} & &= \frac{4\text{K}\Omega \times 6\text{V}}{4\text{K}\Omega + 6\text{K}\Omega} \\
 &= \frac{16 \times 10^6}{10 \times 10^3} & &= \frac{24 \times 10^6}{10 \times 10^3} \\
 &= 1.6\text{K}\Omega & &= 2.4 \text{K}\Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_{T1} + R_{T2} \\
 &= 1.6\text{K}\Omega + 2.4\text{K}\Omega \\
 &= 4 \text{K}\Omega
 \end{aligned}$$

2. คำนวณหากระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทั้งหมด  $I_T$

$$\begin{aligned}
 I_T &= E_T / R_T \\
 &= 12\text{V} / 4 \text{K}\Omega \\
 &= 3 \text{mA}
 \end{aligned}$$

3. คำนวณหาแรงดัน  $V_1$  และ  $V_2$

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_{T2}} \times E_T \\
 &= \frac{1.6\text{K}\Omega}{1.6\text{K}\Omega + 2.4\text{K}\Omega} \times 12\text{V} \\
 &= 4.8\text{V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= \frac{R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \times E_T \\
 &= \frac{2.4\text{K}\Omega}{1.6\text{K}\Omega + 2.4\text{K}\Omega} \times 12\text{V} \\
 &= 7.2\text{V}
 \end{aligned}$$

4. คำนวณหากระแสไฟฟ้า  $I_1$  ,  $I_2$  ,  $I_3$  และ  $I_4$

$$I_1 = V_1 / R_1 = 4.8V / 2K\Omega = 2.4 \text{ mA}$$

$$I_2 = V_1 / R_2 = 4.8V / 8K\Omega = 0.6 \text{ mA}$$

$$I_3 = V_2 / R_1 = 7.2V / 4K\Omega = 1.8 \text{ mA}$$

$$I_4 = V_2 / R_1 = 7.2V / 6K\Omega = 1.2 \text{ mA}$$

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
1. ขั้นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ผู้สอนทำการควบคุมการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	1. ขั้นทำการทดสอบก่อนเรียน - ผู้เรียนได้รับการประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ขั้นดำเนินการสอน - ผู้สอนอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรผสม - ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมในวงจรผสม - ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจรผสม - ผู้สอนอธิบายวิธีการคำนวณหาค่าความต้านทานรวม หาค่าแรงดันตกคร่อม และหาค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรผสม	2. ขั้นเริ่มดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้ - เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รับฟังอธิบายเนื้อหาเป็นหลักการที่เกี่ยวข้อง และขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทดลองจากผู้สอน
3. ขั้นสำรวจ - ผู้สอนควรเดินสำรวจการปฏิบัติการทดลองเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน และช่วยแนะนำเมื่อมีข้อสงสัยในการชุดทดลอง	3. ขั้นกิจกรรมระหว่างดำเนินการทดลอง - ลำดับขั้นการทดลอง - ผู้เรียนต้องวงจรอนุกรม ทำการทดลองตามลำดับขั้นการทดลองจากข้อมูลดำเนินการทดลอง และวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า ณ จุดต่าง ๆ ในวงจรขนาน
5. ขั้นการทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน - ผู้สอนทำการควบคุมการทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากได้ตอบคำถามท้ายการทดลองและเขียนรายงานการทดลองแล้ว	5. ขั้นทำการทดสอบหลังเรียน - ผู้เรียนได้รับการประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากได้ตอบคำถามท้ายการทดลองและเขียนรายงานการทดลองแล้ว

เพื่อประเมินผู้เรียน	
----------------------	--

### สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงานทดลองที่ 4
2. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

### การประเมินผล

1. ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องในการปฏิบัติงานระหว่างการทดลอง
3. ตรวจสอบจากคำถามท้ายการทดลอง
4. ตรวจสอบรายงานการทดลอง
5. ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน

### บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....





ภาคผนวก ง

ใบงาน



<b>ใบงานทดลองที่ 1</b>	
<b>วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5</b>	<b>รหัสวิชา ว23101</b>
<b>หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า</b>	<b>ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3</b>
<b>เรื่องที่ 3 กฎของโอห์ม</b>	<b>จำนวน 3 ชั่วโมง</b>

### วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนาน และแบบผสม ได้
2. สามารถคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า ขณะต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสมได้
3. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ขณะต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสมได้
4. สามารถต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนาน และแบบผสมได้

### ความรู้ในเนื้อหาการทดลอง

การต่อเซลล์ไฟฟ้า สามารถแบ่งการต่อได้ดังนี้

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
  - 1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกัน
  - 1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางสวนทางกัน
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน
  - 2.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แรงดันไฟฟ้าต่อขั้วเหมือนกัน
  - 2.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แรงดันไฟฟ้าต่อขั้วต่างกัน
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม
  - 3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม – ขนาน
  - 3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน – อนุกรม
4. การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า
  - 4.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม
  - 4.2 การวัดกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม

1. การต่อไฟฟ้าแบบอนุกรม

เป็นการนำเซลล์ไฟฟ้า มาต่อกันเป็นแถวเรียงกัน หรือต่ออันดับกัน โดยนำเอาขั้วใดขั้วหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ต่อเข้ากับขั้วใดขั้วหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 2 และขั้วที่เหลือของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ต่อเข้ากับขั้วใดของเซลล์ไฟฟ้าตัวที่ 3 ต่อดังนี้ไปเรื่อย ๆ เรียกการต่อแบบนี้ว่า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อเซลล์แบบอนุกรมจะให้แรงดันเพิ่มขึ้น และกระแสที่ไหลในวงจรอนุกรมจะเท่ากัน

1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกัน

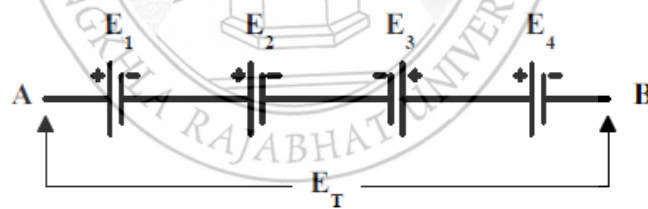


รูปที่ ๑.1 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกัน

คำนวณหาค่าแรงดันรวม  $E_T$  เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม

$$E_T = E_{AB} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + \dots + E_n$$

1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางสวนทางกัน



รูปที่ ๑.2 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แรงดันไฟฟ้ามีทิศทางสวนกัน

คำนวณหาค่าแรงดันรวม  $E_T$  เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม

$$E_T = E_{AB} = E_1 + E_2 + (-E_3) + E_4 + \dots + E_n \dots \dots \dots \text{ โวลท์}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปที่ ๑.2 กำหนดให้  $E_1 = 3V$ ,  $E_2 = 1.5V$ ,  $E_3 = 3V$  และ  $E_4 = 3V$

จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด ( $E_T$ ) ในวงจร

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad E_T &= E_1 + E_2 + (-E_3) + E_4 \\ &= 3V + 1.5V + (-3V) + 3V \\ &= 4.5V - 3V \end{aligned}$$

ดังนั้นจะได้  $E_T = 1.5V$

**2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน**

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน ต้องนำเซลล์ไฟฟ้าที่มีขนาดของเซลล์ไฟฟ้าเท่ากันมาต่อเข้าด้วยกันโดยต่อในลักษณะที่เอาขั้วเหมือนกัน รวบรวมเป็นจุดเดียวกัน และขั้วที่เหลือก็ต่อเป็นจุดเดียวกัน การต่อลักษณะนี้ เรียกว่า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันแบบขนาน จะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเพิ่มมากขึ้นเพราะเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ที่ต่อแบบขนานนั้นจะช่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา ดังรูปที่ ค1.3



รูปที่ ค1.3 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

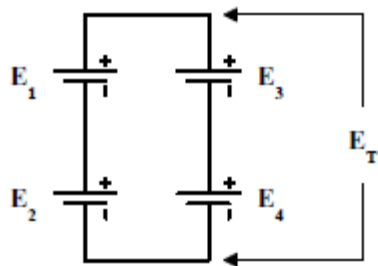
การคำนวณหาค่าแรงดัน  $E_T$  เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบขนาน

$$E_T = E_1 = E_2 \dots \dots \dots \text{ โวลท์}$$

**3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม**

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม คือ การนำเอาเซลล์ไฟฟ้ามาต่อในลักษณะอนุกรมและขนานรวมกัน และสามารถต่อได้ 2 วิธี คือ

3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน คือ การนำเซลล์ไฟฟ้าแต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบอนุกรมกันก่อน แล้วจึงนำกลุ่มของเซลล์แต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบขนาน ดังรูปที่ ค1.4

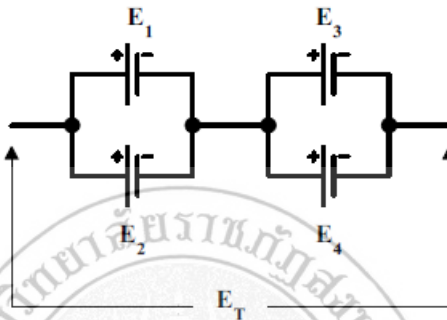


รูปที่ ค1.4 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

การคำนวณหาค่าแรงดันเซลล์ไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรผสม

$$E_T = (E_1 + E_2) = (E_3 + E_4) \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานและอนุกรม คือ การนำเซลล์ไฟฟ้าในแต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบขนานก่อน แล้วจึงนำกลุ่มของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละกลุ่มมาต่อกันแบบอนุกรม ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

การคำนวณหาค่าแรงดันรวม  $E_T$  ในวงจรผสม

$$E_T = (E_1 + E_3) = (E_2 + E_4) \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

**ตัวอย่างที่ 2**

จากวงจรในรูปที่ 1.4 เมื่อกำหนดให้เซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์มีค่าเท่ากับ 3V จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $E_T$  มีค่าเท่าไร

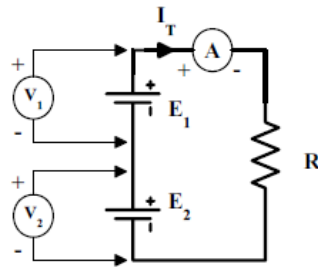
$$\begin{aligned} E_T &= E_1 + E_2 \quad E_T = E_3 + E_4 \\ &= 3V + 3V \quad \text{หรือ} \quad = 3V + 3V \\ &= 6V \quad = 6V \end{aligned}$$

**4. การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบต่าง ๆ**

**4.1 การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม**

การวัดแรงดันไฟฟ้า คือ การใช้มัลติมิเตอร์ตั้งที่ย่านวัด DCV แล้ววัดแรงดันไฟฟ้าในลักษณะขนานกับเซลล์ไฟฟ้าที่ต้องการจะวัด ดังรูปที่ 1.6

การวัดกระแสไฟฟ้า คือ การใช้มัลติมิเตอร์ตั้งที่ย่านวัด DCmA แล้ววัดกระแสไฟฟ้าในลักษณะอนุกรมกับเซลล์ไฟฟ้าที่ต้องการจะวัด ดังรูปที่ 1.6

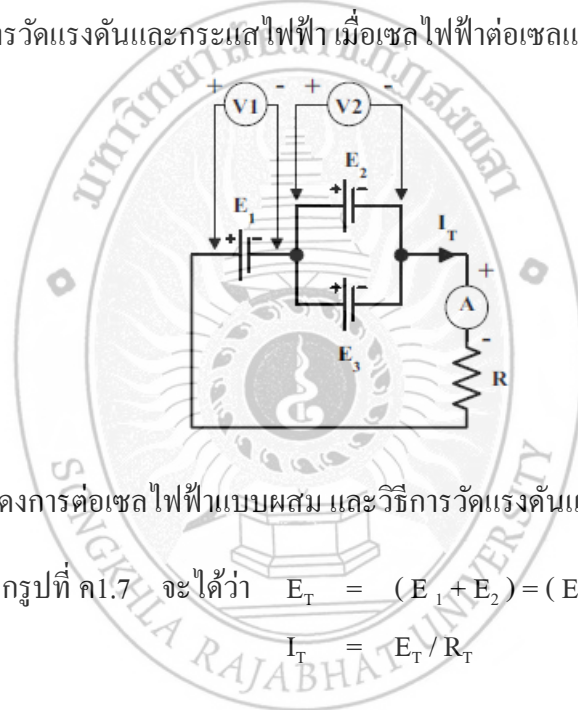


รูปที่ ๑1.6 แสดงการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม

จากรูปที่ ๑1.6 จะได้ว่า  $E_T = V_1 + V_2$  ..... โวลท์

$I_T = E_T / R_T$  ..... มิลลิแอมแปร์

4.2 การวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อเซลล์แบบผสม



รูปที่ ๑1.7 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร

จากรูปที่ ๑1.7 จะได้ว่า  $E_T = (E_1 + E_2) + E_3$

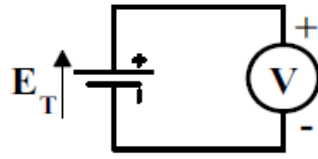
$I_T = E_T / R_T$

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. ใบงานการทดลอง

**ลำดับขั้นการทดลองที่ 1**

1. การทดลองที่ 1: การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
  - 1.1 ตั้งมัลติมิเตอร์ดิจิตอลที่ตำแหน่ง DC. 2 V แล้วต่อวงจรตามรูปที่ ๑1.8



รูปที่ ค1.8 แสดงการวัดแรงดันที่เซลล์ไฟฟ้า

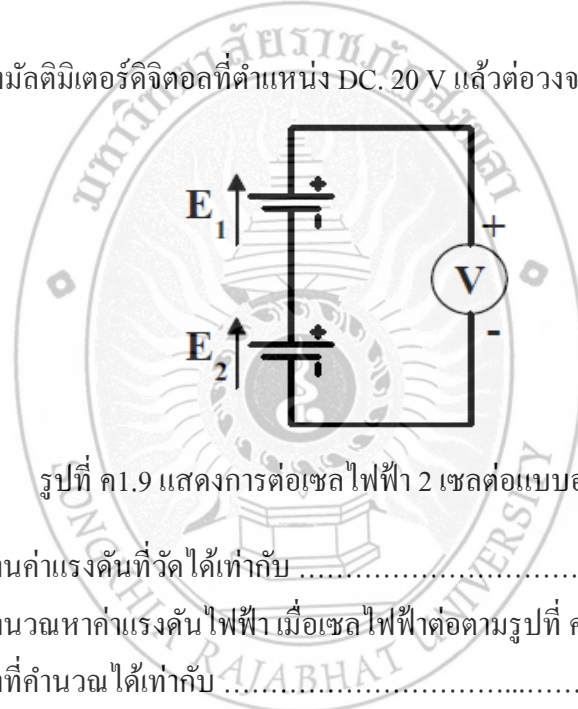


1.2 บันทึกค่าแรงดันที่วัดได้ลงในตารางที่ 1 แล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 1 และข้อที่ 2 จนครบทั้งหมด 4 เซล

ตารางที่ 1

เซลล์ไฟฟ้า	โวลท์
เซลล์ที่ 1	
เซลล์ที่ 2	
เซลล์ที่ 3	
เซลล์ที่ 4	

1.3 ตั้งมัลติมิเตอร์ดิจิตอลที่ตำแหน่ง DC. 20 V แล้วต่อวงจรตามรูปที่ ค1.9



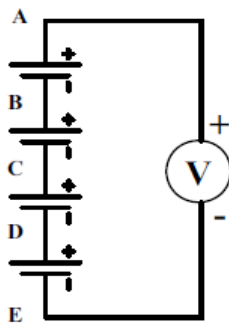
รูปที่ ค1.9 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้า 2 เซลต่อแบบอนุกรม

1.4 อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เท่ากับ ..... โวลท์

1.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า เมื่อเซลล์ไฟฟ้าต่อตามรูปที่ ค1.9

ค่าที่คำนวณได้เท่ากับ ..... โวลท์

1.6 ตั้งมัลติมิเตอร์ดิจิตอลที่ตำแหน่ง DC. 20 V แล้วต่อวงจรตามรูปที่ ค1.10 เป็นการวัดแรงดันที่จุด A - E



รูปที่ ค1.10 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้า 4 เซล แบบอนุกรม

1.7 อ่านค่าแรงดันที่วัดได้ที่จุด A-E = ..... โวลต์

1.8 ทดลองซ้ำตามข้อที่ 6 แล้ววัดแรงดันที่จุด A-B , B-C , C-D และที่จุด D-E บันทึกค่าที่อ่านค่าที่วัดได้เท่ากับ

$$V_{AB} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

$$V_{BC} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

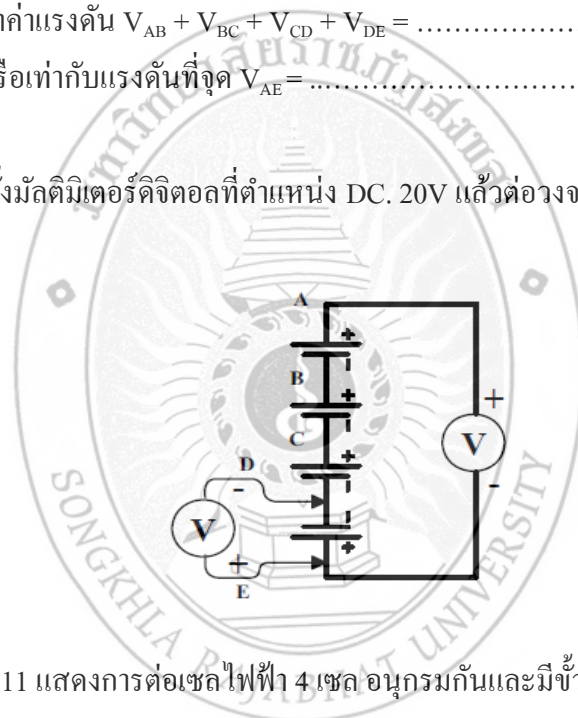
$$V_{CD} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

$$V_{DE} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

1.9 นำค่าแรงดัน  $V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} + V_{DE} = \dots\dots\dots$  โวลต์

หรือเท่ากับแรงดันที่จุด  $V_{AE} = \dots\dots\dots$  โวลต์

1.10 ตั้งมัลติมิเตอร์ดิจิทัลที่ตำแหน่ง DC. 20V แล้วต่อวงจรตามรูปที่ ค1.11 เป็นการวัดแรงดันที่จุด A-E



รูปที่ ค1.11 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้า 4 เซลล์ อนุกรมกันและมีขั้วของแรงดันต่างกัน

1.11 อ่านค่าแรงดันที่วัดได้ที่จุด A-E = ..... โวลต์

1.12 ทดลองซ้ำตามข้อที่ 10 แล้ววัดแรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B , B-C , C-D และที่จุด D-E บันทึกค่าที่อ่านได้เท่ากับ

$$V_{AB} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

$$V_{BC} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

$$V_{CD} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$

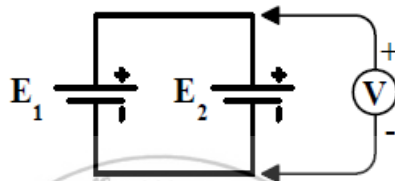
$$V_{DE} = \dots\dots\dots \text{ โวลต์}$$



- 1.13 นำค่าแรงดัน  $V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} + (-V_{DE}) = \dots\dots\dots$  โวลต์  
 หรือ เท่ากับแรงดันที่จุด  $V_{AE} = \dots\dots\dots$  โวลต์

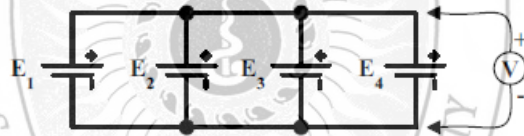
2. การทดลองที่ 2 : การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

- 2.1 ต่อดังรูปตามรูปที่ ค1.12  
 2.2 ตั้งมัลติมิเตอร์ดิจิตอลที่ย่านวัด DC 2 V แล้ววัดแรงดันที่เซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ ค1.12



รูปที่ ค1.12 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้า 2 เซล แบบขนาน

- 2.3 อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เท่ากับ ..... โวลต์  
 2.4 ต่อดังรูปตามรูปที่ ค1.13  
 2.5 ตั้งมัลติมิเตอร์ดิจิตอลที่ย่านวัด DC ที่ 20 V แล้ววัดแรงดันที่เซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ ค1.13

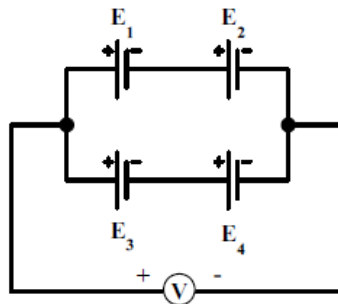


รูปที่ ค1.13 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้า 4 เซล แบบขนาน

- 2.6 อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เท่ากับ ..... โวลต์

3. การทดลองที่ 3 : การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

- 3.1 ต่อดังรูปตามรูปที่ ค1.14  
 3.2 ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด DC ที่ 20 V แล้ววัดแรงดันที่เซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ ค1.14

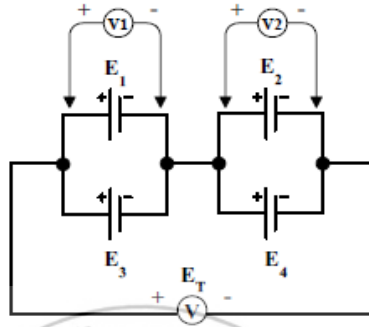


รูปที่ ค1.14 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้า 4 เซล แบบผสม (อนุกรม – ขนาน )

3.3 อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เท่ากับ ..... โวลต์

3.4 ต่อดังต่อไปนี้ตามรูปที่ ค1.15

3.5 ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด DC ที่ 20 V แล้ววัดแรงดัน  $E_T$ ,  $V_1$  และ  $V_2$



รูปที่ ค1.15 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้า 4 เซลล์ แบบผสม (ขนาน – อนุกรม)

3.4 อ่านค่าแรงดันที่วัดได้ คือ  $E_T =$  ..... โวลต์

3.5 วัดแรงดันไฟฟ้าที่  $V_1 =$  ..... โวลต์

3.6 วัดแรงดันไฟฟ้าที่  $V_2 =$  ..... โวลต์

3.7 นำค่าแรงดัน  $V_1$  และ  $V_2$  จากการวัดมารวมกันจะต้องเท่ากับแรงดันที่  $E_T$

$E_T = V_1 + V_2 =$  ..... โวลต์

**คำถามท้ายการทดลอง**

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมจะให้แรงดันเป็นอย่างไร

ตอบ.....

2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานมีขั้วของแรงดันเหมือนกันจะให้แรงดันไฟฟ้าเป็นอย่างไร

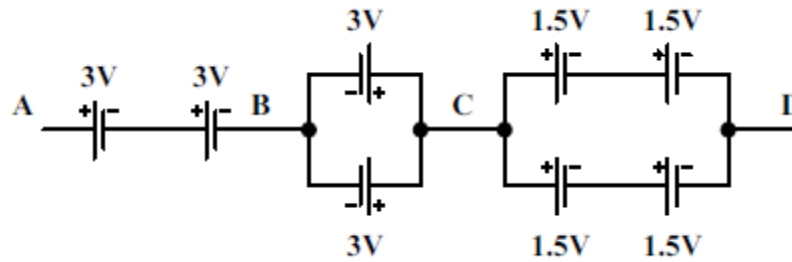
ตอบ.....

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม มีลักษณะการต่อก็แบบ อะไรบ้าง

ตอบ.....

.....

จากวงจรรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 4 -10



รูปที่ 1

4. ที่จุด A – B เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด ตอบ .....
5. ที่จุด B – C เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด ตอบ .....
6. ที่จุด C – D เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด ตอบ .....
7. ในภาพรวมของวงจรในรูปที่ 1 เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด ตอบ .....
8. แรงดันที่จุด B – C มีค่ากี่โวลต์ ตอบ .....
9. แรงดันที่จุด C – D มีค่ากี่โวลต์ ตอบ .....
10. แรงดันที่จุด A – D มีค่ากี่โวลต์ ตอบ .....

รายงานการทดลอง : เรื่อง .....

- หลักการ/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนี้

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

- วัตถุประสงค์การทดลองครั้งนี้

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

- ขั้นตอนที่สำคัญของการทดลอง

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

- ผลการทดลองครั้งนี้พบว่า

.....

.....

.....

- ความรู้และทักษะที่ได้รับจากการทดลอง

.....

.....

.....

- วิจัยณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....



### แบบทดสอบระหว่างเรียน

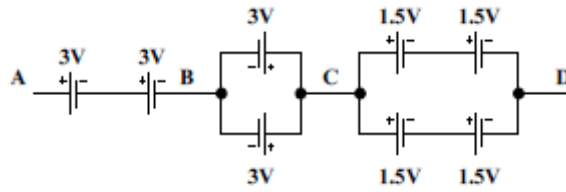
เรื่องที่ 1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

คำสั่ง 1 เลือกคำตอบที่ถูกหรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (X)

ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดตรงกับคุณสมบัติของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
  - ก. แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าเท่ากับกระแสของเซลล์ที่สูงที่สุด
  - ข. แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าไหลได้ทางเดียว
  - ค. แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเท่ากับเซลล์ไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด ทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
  - ง. แรงดันไฟฟ้าเพิ่มเท่ากับเซลล์ไฟฟ้าที่สูงที่สุด ทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
2. ข้อใดตรงกับคุณสมบัติของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน
  - ก. แรงดันไฟฟ้าลดลง กระแสไฟฟ้าเท่ากับกระแสของเซลล์ที่สูงที่สุด
  - ข. แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าเท่ากับกระแสของเซลล์ที่ต่ำที่สุด
  - ค. แรงดันไฟฟ้าเท่ากับเซลล์ไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
  - ง. แรงดันไฟฟ้าเท่ากับเซลล์ไฟฟ้าที่สูงที่สุด กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
3. ถ้าต้องการใช้แรงดัน 6 โวลต์ จะต้องนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่ออนุกรมกันกี่เซลล์ เมื่อเซลล์มีขนาด 1.5 V
  - ก. 2 เซลล์ อนุกรมตามกัน
  - ข. 2 เซลล์ อนุกรมสวนทางกัน
  - ค. 4 เซลล์ อนุกรมตามกัน
  - ง. 4 เซลล์ อนุกรมสวนทางกัน
4. ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันที่เซลล์ไฟฟ้า ควรตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัดและวัดในลักษณะใดกับเซลล์ไฟฟ้า
  - ก. ย่านวัดโอห์ม วัดอนุกรมกับเซลล์ไฟฟ้า
  - ข. ย่านวัดโอห์ม วัดขนานกับเซลล์ไฟฟ้า
  - ค. ย่านวัดโวลต์ วัดอนุกรมกับเซลล์ไฟฟ้า
  - ง. ย่านวัดโวลต์ วัดขนานกับเซลล์ไฟฟ้า
5. เซลล์ไฟฟ้า 4 เซลล์ ถ้าต้องการกระแสมากที่สุดและแรงดันไฟฟ้าเท่าเดิม จะต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด
  - ก. แบบอนุกรม
  - ข. แบบขนาน
  - ค. แบบผสม
  - ง. แบบใดก็ได้

จากวงจรรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6 -10



รูปที่ 1

6. จากรูปที่ 1 ในภาพรวมทั้งหมดเป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด

- ก. อนุกรม
- ข. ผสม
- ค. ขนาน
- ง. ผสมอนุกรม

7. จากรูปที่ 1 ที่จุด C – D เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด

- ก. แบบอนุกรม
- ข. แบบผสม
- ค. แบบผสม อนุกรม - ขนาน
- ง. แบบผสม ขนาน - อนุกรม

8. แรงดันไฟฟ้าที่จุด A – C มีค่ากี่โวลต์

- ก. 0 V
- ข. +3 V
- ค. -3 V
- ง. 6 V

9. แรงดันไฟฟ้าที่จุด B – D มีค่ากี่โวลต์

- ก. 0 V
- ข. +3 V
- ค. -3 V
- ง. 6 V

10. ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันที่จุด A – D มีค่ากี่โวลต์

- ก. 0 V
- ข. -3 V
- ค. +3 V

**กระดาษคำตอบ**  
**แบบประเมินผลระหว่างเรียน**

เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....

สอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้อที่ \ ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
9				
7				
8				
9				
10				

**เฉลย**

ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5
ข	ค	ค	ง	ข
ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8	ข้อที่ 9	ข้อที่ 10
ข	ค	ค	ข	ง

<b>ใบงานทดลองที่ 2</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	จำนวน 3 ชั่วโมง

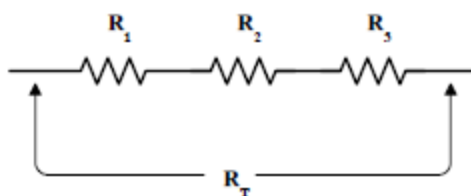
### วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของวงจรแบบอนุกรมได้
2. สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้
3. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้
4. สามารถต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้

### ความรู้ในเนื้อหาการทดลอง

วงจรรอนุกรม เรียกว่า “ซีรี่ เซอร์ กิต ” ( Series Circuit ) คือการนำเอาตัวความต้านทานตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมาต่อเรียงอันดับหรืออนุกรมกับแหล่งจ่าย โดยมีกระแสไฟฟ้า ( Current ) ไหลผ่านเพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น ตลอดแรงดันตกคร่อมตัวความต้านทานแต่ละตัวจะแตกต่างกันกล่าวคือความต้านทานตัวใดมีค่ามากจะมีแรงดันตกคร่อมมาก ดังรูปที่ ค2.1 และ ค2.2

1. การต่อความต้านทานแบบอนุกรมและวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมในวงจร

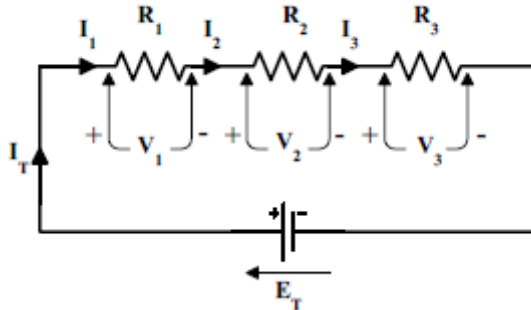


รูปที่ ค2.1 แสดงการต่อความต้านทานแบบอนุกรม และวิธีการวัดค่าความต้านทาน

จากรูปที่ ค2.1 กำหนดหาค่าความต้านทานรวม  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots$  โอห์ม



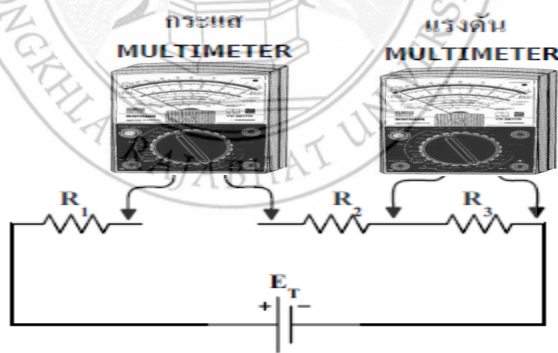
2. การนำความต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ ค2.2 แสดงการนำความต้านทานที่ต่อแบบอนุกรมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ

จากรูปที่ ค2.2 คำนวณหาค่า  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$  โอห์ม  
 คำนวณหาค่า  $V_1 = I_1 R_1, V_2 = I_2 R_2, V_3 = I_3 R_3 \dots$  โวลต์  
 คำนวณหาค่า  $E_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$  โวลต์  
 คำนวณหาค่า  $I_T = E_T / R_T \dots$  มิลิแอมแปร์

3. การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม



รูปที่ ค2.3 แสดงวิธีการใช้มิเตอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม

ดังนั้น จากเนื้อหาที่ได้กล่าวไปด้วยนั้น พอสรุปเป็นคุณสมบัติของวงจรถูกอนุกรมได้ดังนี้

3.1 แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจร จะมีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัว

$$E_T = V_1 + V_2 + V_3 \dots + V_n \dots \text{โวลต์}$$

3.2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า มีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในแต่ละส่วนของวงจร

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots\dots\dots = I_n \dots\dots\dots \text{แอมแปร์}$$

3.3 ค่าความต้านทานรวมของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของค่าความต้านทานย่อย

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots\dots\dots + R_n \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

3.4 กำลังไฟฟ้ารวมของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของกำลังไฟฟ้าย่อย

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots\dots\dots + P_n \dots\dots\dots \text{วัตต์}$$

**ตัวอย่างที่ 1** จากวงจรในรูปที่ ค2.3 กำหนดให้ความต้านทาน  $R_1 = 1K\Omega$ ,  $R_2 = 2K\Omega$

$$R_3 = 5K\Omega \text{ และ } E_T = +12 \text{ V}$$

- จงคำนวณหาค่า
1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
  2. กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$
  3. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$

1. หาค่าความต้านทานรวม  $R_T$

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 1K\Omega + 2K\Omega + 5K\Omega \\ &= 8K\Omega \end{aligned}$$

2. หาค่ากระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$

$$\begin{aligned} I_T &= E_T / R_T = 12V / 8K\Omega \\ &= 1.5 \text{ mA} \end{aligned}$$

3. หาค่าแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$

$$V_{R1} = I_T \times R_1 = 1.5\text{mA} \times 1K\Omega = 1.5\text{V}, \quad V_{R2} = I_T \times R_2 = 1.5\text{mA} \times 2K\Omega = 3\text{V}$$

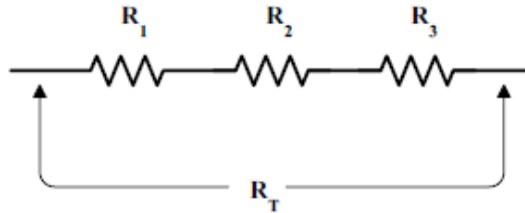
$$V_{R3} = I_T \times R_3 = 1.5\text{mA} \times 5K\Omega = 7.5\text{V}$$

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. ใบงานการทดลอง

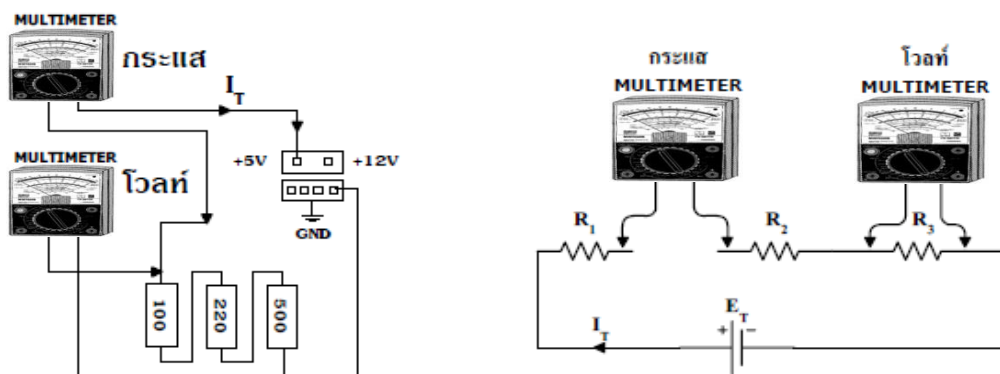
**ลำดับขั้นการทดลอง**

1. ต่อดังรูปที่ ค2.4 กำหนดให้  $R_1 = 100\Omega$  ,  $R_2 = 220\Omega$  และ  $R_3 = 500\Omega$



รูปที่ ค2.4 แสดงการต่อความต้านทานแบบอนุกรม และใช้มัลติมิเตอร์วัดความต้านทานในวงจร

2. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด โอห์ม ( $\Omega$ ) ที่ตำแหน่ง  $2K\Omega$  แล้ววัดค่าความต้านทาน  $R_T$  ตามรูปที่ ค2.4 ค่าความต้านทานที่วัดได้เท่ากับ ..... กิโลโอห์ม หรือเท่ากับ ..... โอห์ม
3. คำนวณหาความต้านทานรวม  $R_T$   
ค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ที่คำนวณได้เท่ากับ ..... โอห์ม
4. ต่อดังรูปที่ ค2.5 กำหนดให้  $R_1 = 100\Omega$  ,  $R_2 = 220\Omega$  และ  $R_3 = 500\Omega$  และ  $E_T = 12\text{ V}$  (Switch Power อยู่ที่ตำแหน่ง OFF)
5. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด DCmA ที่ตำแหน่ง  $200\text{ mA}$  แล้ววัดกระแสไฟฟ้า  $I_1$  ,  $I_2$  ,  $I_3$  ตามรูปที่ ค2.5 บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1
6. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด DCV ที่ตำแหน่ง  $20\text{ V}$  แล้ววัดแรงดันตกคร่อมที่  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $R_3$  บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1
7. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่  $R_1$  ,  $R_2$  และ  $R_3$  บันทึกค่าแรงดันที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1
8. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  ,  $R_2$  และ  $R_3$  บันทึกค่ากระแสที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1



รูปที่ ค2.5 แสดงการต่อความต้านทานอนุกรมเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ

ตารางที่ 1

$E_T = +12V$	ความต้านทาน	100Ω	220Ω	500Ω	หน่วย
ค่าที่ทดลอง วัดได้	กระแส (I)				mA
	แรงดันตกคร่อม (VR)				V
ค่าที่ คำนวณได้	กระแส (I)				mA
	แรงดันตกคร่อม (VR)				V

9. เปลี่ยนค่าความต้านทานตามตารางที่ 2 แล้วทดลองซ้ำตามข้อที่ 5 ถึงข้อที่ 8 บันทึกค่าที่วัดและคำนวณได้ลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

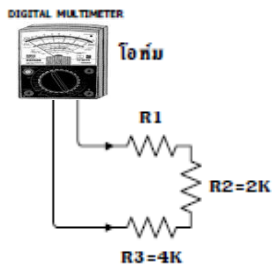
$E_T = +12V$	ความต้านทาน	220Ω	5000Ω	1KΩ	หน่วย
ค่าที่ทดลอง วัดได้	กระแส (I)				mA
	แรงดันตกคร่อม (VR)				V
ค่าที่ คำนวณได้	กระแส (I)				mA
	แรงดันตกคร่อม (VR)				V

### คำถามท้ายการทดลอง

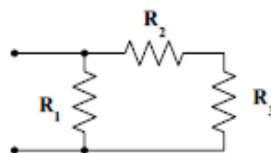
1. บอกคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมอย่างน้อย 1 คุณสมบัติ

ตอบ.....

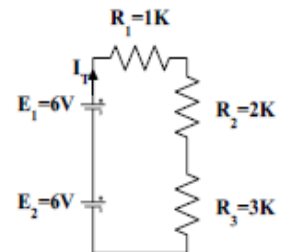
.....



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3

**ใช้ตอบคำถามข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 10**

- 2. จากรูปที่ 1 ค่าความต้านทานที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์เท่ากับ  $16K\Omega$   
ค่าความต้านทาน R1 มีค่าเท่ากับข้อใด ตอบ .....
- 3. จากรูปที่ 2 ความต้านทานตัวใดต่อในลักษณะขนานกัน ตอบ .....
- 4. ความต้านทานรวม RT มีค่าเท่าไร ตอบ .....
- 5. กระแส IT มีค่าเท่าไร ตอบ .....
- 6. แรงดันตกคร่อมระหว่างความต้านทาน R1 และ R2 มีค่าเท่าไร ตอบ .....
- 7. แรงดันตกคร่อมระหว่างความต้านทาน R2 และ R3 มีค่าเท่าไร ตอบ .....
- 8. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน R1 , R2 และ R3 ตอบ .....
- 9. ถ้าใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสไหลผ่านความต้านทาน R2 ต้องวัดในลักษณะใด  
ตอบ .....
- 10. ถ้าใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน R2 ต้องวัดในลักษณะใด  
ตอบ .....

**รายงานการทดลอง : เรื่อง .....**

- หลักการ/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนี้  
.....  
.....  
.....
- วัตถุประสงค์การทดลองครั้งนี้  
.....  
.....  
.....
- ขั้นตอนที่สำคัญของการทดลอง  
.....  
.....  
.....

- ผลการทดลองครั้งนี้พบว่า

.....

.....

.....

- ความรู้และทักษะที่ได้รับจากการทดลอง

.....

.....

.....

- วิจัยณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....



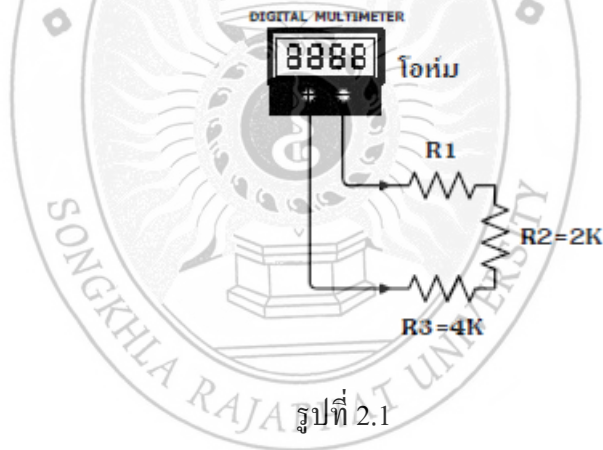
## แบบทดสอบระหว่างเรียน

## เรื่องที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

คำสั่ง 1 เลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย ( X )  
ลงในกระดาษคำตอบ

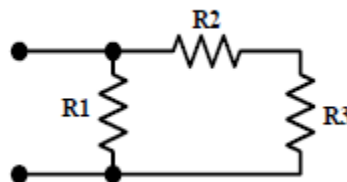
- ข้อใดไม่ตรงกับคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
  - ค่าความต้านทานรวมเท่ากับค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน
  - กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว
  - แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทานทุกตัวรวมกันเท่ากับแหล่งจ่ายไฟ
  - กระแสไหลผ่านได้หลายทาง
- จากรูปที่ 2.1 ค่าความต้านทานที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์เท่ากับ  $16\text{K}\Omega$  ค่าความต้านทาน  $R_1$  มีค่าเท่ากับข้อใด

- $6\text{K}\Omega$
- $8\text{K}\Omega$
- $10\text{K}\Omega$
- $12\text{K}\Omega$



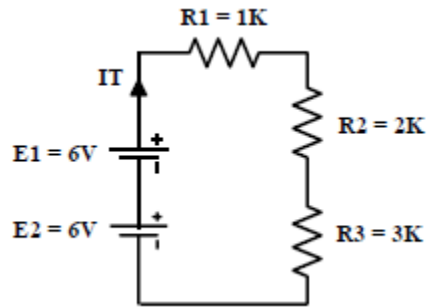
- รูปที่ 2.2 ความต้านทานตัวใดต่อในลักษณะขนานกัน

- $R_2 // R_2 + R_3$
- $R_1 // R_2 + R_3$
- $R_3 // R_1 + R_2$
- $R_2 // R_2 // R_3$



รูปที่ 2.2

รูปที่ 2.3 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 4 ถึงข้อที่ 10



รูปที่ 2.3

4. ความต้านทานรวม  $R_T$  มีค่าเท่ากับข้อใด
  - ก. 1 K $\Omega$
  - ข. 2 K $\Omega$
  - ค. 4 K $\Omega$
  - ง. 6 K $\Omega$
5. กระแสไฟฟ้าทั้งหมด  $I_T$  มีค่าเท่ากับข้อใด
  - ก. 1 mA
  - ข. 2 mA
  - ค. 3 mA
  - ง. 4 mA
6. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  มีค่าเท่ากับข้อใด
  - ก. 2V และ 4V
  - ข. 2V และ 2V
  - ค. 6V และ 4V
  - ง. 6V และ 5V
7. แรงดันตกคร่อมระหว่างความต้านทาน  $R_2$  และ  $R_3$  มีค่าเท่ากับข้อใด
  - ก. 8 V
  - ข. 10 V
  - ค. 12 V
  - ง. 14 V



8. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก. 1V, 2V, 3V
  - ข. 2V, 3V, 4V
  - ค. 3V, 4V, 5V
  - ง. 2V, 4V, 6V
9. ใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_2$  ต้องวัดในลักษณะใด
- ก. วัดในลักษณะขนานกับ  $R_1$
  - ข. วัดในลักษณะอนุกรมกับ  $R_1$
  - ค. วัดในลักษณะขนานกับ  $R_2$
  - ง. วัดในลักษณะอนุกรมกับ  $R_2$
10. ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_2$  ต้องวัดในลักษณะใด
- ก. วัดในลักษณะขนานกับ  $R_1$
  - ข. วัดในลักษณะอนุกรมกับ  $R_1$
  - ค. วัดในลักษณะขนานกับ  $R_2$
  - ง. วัดในลักษณะอนุกรมกับ  $R_2$



**กระดาษคำตอบ**  
**แบบประเมินผลระหว่างเรียน**

เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....

สอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้อที่ \ ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
9				
7				
8				
9				
10				

เฉลย

ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5
ง	ก	ข	ง	ข
ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8	ข้อที่ 9	ข้อที่ 10
ก	ข	ง	ง	ก

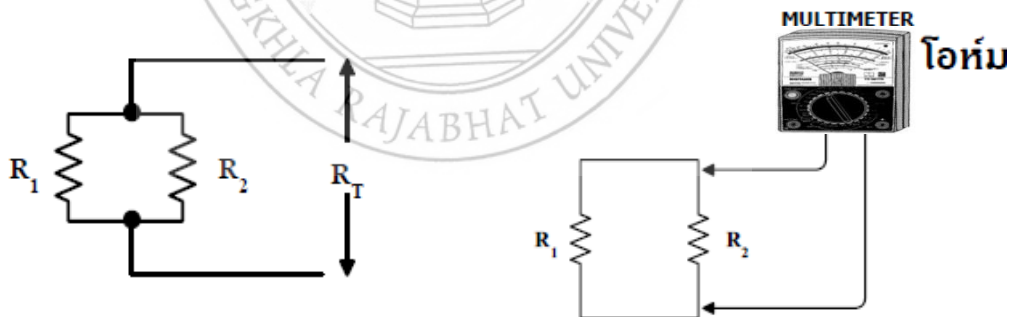
<b>ใบงานทดลองที่ 3</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	จำนวน 3 ชั่วโมง

**วัตถุประสงค์ของการทดลอง**

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของวงจรแบบขนานได้
2. สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรขนานได้
3. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรขนานได้
4. สามารถต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานได้

**ความรู้ในเนื้อหาการทดลอง**

วงจรรขนาน หมายถึง วงจรที่นำความต้านทานค่าต่าง ๆ มาต่อรวมกันระหว่างจุดสองจุดโดยปลายด้านหนึ่งของตัวความต้านทานทุกตัวต่อรวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง และปลายอีกด้านหนึ่งของตัวความต้านทานที่ต่อรวมกันต่อกันที่จุด ๆ หนึ่ง และนำมาต่อเข้ากับแหล่งจ่าย



รูปที่ 3.1 แสดงการต่อความต้านทานแบบขนาน และวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน

จากรูปที่ 3.1 พิจารณาจะเห็นได้ว่า ค่าความต้านทานรวมในวงจร

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

ดังนั้นจะได้  $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \dots \dots \dots$  โอห์ม

กรณีความต้านทานขนานกัน 3 ตัว จะได้สมการ  $R_T$  คือ

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

จะได้ 
$$\frac{1}{R_T} = \frac{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}{R_1 \times R_2 \times R_3}$$

ดังนั้น 
$$R_T = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}$$

การนำความต้านทานที่ต่ออนุกรม

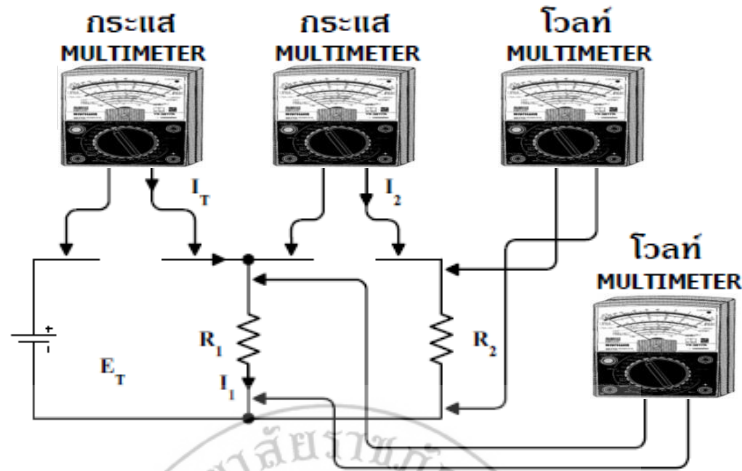


รูปที่ ค3.2 แสดงการนำความต้านทานที่ต่อแบบขนานต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ

จากรูปที่ ค3.2 พิจารณาจะเห็นได้ว่า

- |                                   |                                    |         |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------|
| กระแสรวมทั้งหมดในวงจร             | $I_T = I_1 + I_2$ .....            | แอมแปร์ |
| กระแสไหลผ่านความต้านทาน $R_1$     | $I_{R1} = V_1 / R_1$ .....         | แอมแปร์ |
| กระแสไหลผ่านความต้านทาน $R_2$     | $I_{R2} = V_2 / R_2$ .....         | แอมแปร์ |
| แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน $R_1$ | $V_{R1} = I_{R1} \times R_1$ ..... | โวลต์   |
| แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน $R_2$ | $V_{R2} = I_{R2} \times R_2$ ..... | โวลต์   |
| แรงดันรวมทั้งหมด                  | $E_T = V_1 + V_2$ .....            | โวลต์   |

การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงและกระแสไฟฟ้าในวงจรขนาน



รูปที่ ๓.3 แสดงการใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจรขนาน

ดังนั้น จึงสรุปเป็นคุณสมบัติของวงจรขนานได้ดังนี้

1. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายให้กับวงจร มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมที่ความต้านทานแต่ละตัว  $E_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n$  ..... โวลต์

2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัว

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \dots \dots \dots \text{มิลลิแอมแปร์}$$

3. ค่าความต้านทานรวมในวงจร จะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดของวงจร

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \dots \dots \dots \text{โอห์ม}$$

$$\text{จะได้ความต้านทานรวม } R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} \dots \dots \dots \text{โอห์ม}$$

4. กำลังไฟฟ้ารวมของวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของวงจรไฟฟ้าย่อย

$$P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n \dots \dots \dots \text{วัตต์}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ ๓.2 กำหนดให้  $R_1 = 1K\Omega$ ,  $R_2 = 2K\Omega$  และ  $E_T = 12V$

- จงคำนวณหา
1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
  2. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$
  3. กระแสไฟฟ้าไหลทั้งหมดในวงจร  $I_T$

1. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{1\text{K}\Omega \times 2\text{K}\Omega}{1\text{K}\Omega + 2\text{K}\Omega} \\ &= 0.67\text{K}\Omega \end{aligned}$$

2. คำนวณหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$

$$\begin{aligned} I_{R_1} &= E_T / R_1 & I_2 &= E_T / R_2 \\ &= 12\text{V} / 1\text{K}\Omega & &= 12\text{V} / 2\text{K}\Omega \\ &= 12\text{ mA} & &= 6\text{ mA} \end{aligned}$$

3. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลทั้งหมดในวงจร

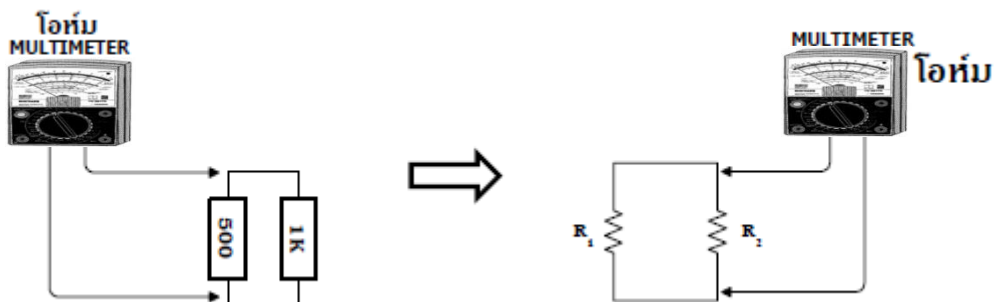
$$\begin{aligned} I_T &= E_T / R_T & &= 12\text{V} / 0.67\text{ K}\Omega \\ &= 17.91\text{ mA} & &= 18\text{ mA} \end{aligned}$$

### เครื่องมือและอุปกรณ์

- ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
- ใบงานการทดลอง

### ลำดับขั้นการทดลอง

- ต่อวงจรตามรูปที่ ค3.4 กำหนดให้  $R_1 = 500\Omega$  และ  $R_2 = 1\text{K}\Omega$



รูปที่ ค3.4 แสดงการต่อความต้านทานแบบขนาน และวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน

2. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัดโอห์ม ( $\Omega$ ) ที่ตำแหน่ง  $2K\Omega$  แล้ววัดค่าความต้านทานรวมในวงจร ตามรูปที่ 1

ค่าความต้านทาน  $R_T$  ที่วัดได้เท่ากับ = ..... โอห์ม

3. คำนวณหาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรขนาน

ค่าที่คำนวณได้เท่ากับ = ..... โอห์ม

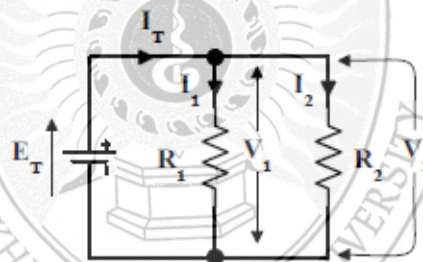
4. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.5 กำหนดให้ค่าความต้านทาน  $R_1 = 500\Omega$ ,  $R_2 = 1K\Omega$  และ  $E_T = 5V$

5. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด DCV ที่ตำแหน่ง  $20 V$  แล้ววัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่  $R_1$  และ  $R_2$  บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1

6. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด Dc mA ที่ตำแหน่ง  $200 mA$  แล้ววัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1

7. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่  $R_1$  และ  $R_2$  บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1

8. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1



รูปที่ 3.5 แสดงการนำความต้านทานที่ต่อแบบขนานต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ

ตารางที่ 1

$E_T = + 5V$	ความต้านทาน	$500\Omega$	$1K\Omega$	หน่วย
ค่าที่ทดลอง วัดได้	กระแส (I)			mA
	แรงดันตกคร่อม ( $V_R$ )			V
ค่าที่ คำนวณได้	กระแส (I)			mA
	แรงดันตกคร่อม ( $V_R$ )			V

8. ให้เปลี่ยนค่าความต้านทานและแรงดันตามตารางที่ 2 แล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 5 ถึงข้อที่ 7 บันทึกค่าที่วัดและคำนวณได้ลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

$E_T = +12V$	ความต้านทาน	$1\Omega$	$3K\Omega$	หน่วย
ค่าที่ทดลอง วัดได้	กระแส (I)			mA
	แรงดันตกคร่อม ( $V_R$ )			V
ค่าที่ คำนวณได้	กระแส (I)			mA
	แรงดันตกคร่อม ( $V_R$ )			V

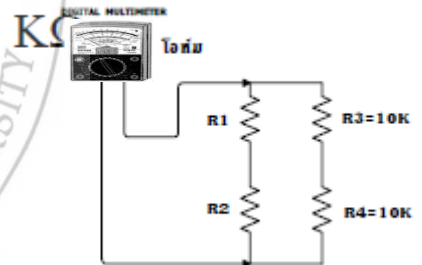
คำถามท้ายการทดลอง

1. บอกคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนานอย่างน้อย 1 คุณสมบัติ

ตอบ.....

2. จากรูปที่ 1 ค่าความต้านทานที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์เท่ากับ  $10K\Omega$  ค่าความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ตอบ.....



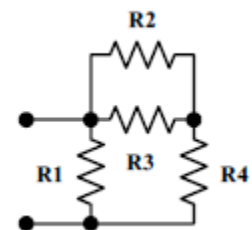
รูปที่ 1

3. จากรูปที่ 1 ถ้าความต้านทานทุกตัวมีค่าเท่ากัน ค่าความต้านทานรวมในวงจรขนาน มีค่าเท่ากับข้อใด

ตอบ .....

4. จากรูปที่ 2 ความต้านทานตัวใดต่อในลักษณะขนานกัน

ตอบ .....



รูปที่ 2

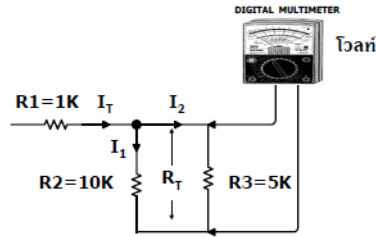
5. จากรูปที่ 2 กำหนดให้ความต้านทาน  $R_2 = 2K\Omega$  และ  $R_3 = 1K\Omega$  ค่าความต้านทานรวมมีค่าเท่ากับข้อใด

ตอบ .....



จากรูปใช้ตอบคำถามข้อที่ 6 ถึงข้อที่ 10

ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_3 = 4V$



รูปที่ 3

6. ให้เขียนสมการกระแส  $I_T$

ตอบ .....

7. คำนวณหาค่าความต้านทาน  $R_T$

ตอบ .....

8. คำนวณหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_2$

ตอบ .....

9. คำนวณหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_3$

ตอบ .....

10. คำนวณหากระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรขนาน ( $I_T$ ) มีค่าเท่ากับข้อใด

ตอบ .....

รายงานการทดลอง : เรื่อง .....

- หลักการ/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนี้

.....  
 .....

- วัตถุประสงค์การทดลองครั้งนี้

.....  
 .....

- ขั้นตอนที่สำคัญของการทดลอง

.....

.....

.....

- ผลการทดลองครั้งนี้พบว่า

.....

.....

.....

- ความรู้และทักษะที่ได้รับจากการทดลอง

.....

.....

.....

- วิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....



## แบบทดสอบระหว่างเรียน

## เรื่องที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

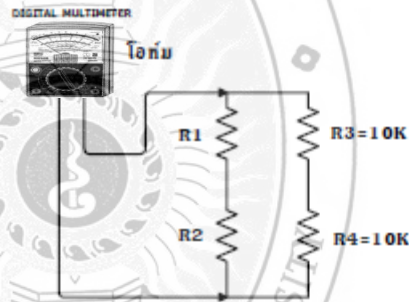
คำสั่ง 1 เลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (X)  
ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดตรงกับคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

- ก. ค่าความต้านทานรวมเท่ากับค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน
- ข. ค่าความต้านทานรวมจะมีค่าเท่ากับตัวความต้านทานที่มีค่ามากที่สุด
- ค. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเท่ากัน
- ง. กระแสไฟฟ้าไหลได้หลายทาง

2. จากรูปที่ 3.1 ค่าความต้านทานที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์เท่ากับ  $10\text{ K}\Omega$  ค่าความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก.  $6\text{ K}\Omega$
- ข.  $8\text{ K}\Omega$
- ค.  $10\text{ K}\Omega$
- ง.  $12\text{ K}\Omega$



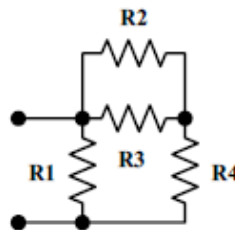
รูปที่ 3.1

3. จากรูปในข้อที่ 3.1 ถ้าความต้านทานทุกตัวมีค่าเท่ากับ  $200\text{ K}\Omega$  ค่าความต้านทานรวมในวงจรขนานมีค่าเท่ากับข้อใด

- ก.  $50\text{ K}\Omega$
- ข.  $100\text{ K}\Omega$
- ค.  $200\text{ K}\Omega$
- ง.  $300\text{ K}\Omega$

4. จากรูปที่ 3.2 ความต้านทานตัวใดต่อในลักษณะขนานกัน

- ก.  $R_1$  ขนาน  $R_2$
- ข.  $R_2$  ขนาน  $R_3$
- ค.  $R_1$  ขนาน  $R_3$
- ง.  $R_2$  ขนาน  $R_1$

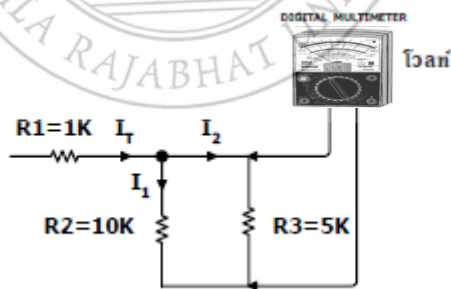


รูปที่ 3.2

5. จากรูปที่ 3.2 กำหนดให้ความต้านทาน  $R_2 = 1K\Omega$  และ  $R_3 = 2K\Omega$  ค่าความต้านทานรวมในวงจรขนาน มีค่าเท่ากับข้อใด
- 0.5 K $\Omega$
  - 1 K $\Omega$
  - 1.5 K $\Omega$
  - 2 K $\Omega$
6. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรไฟฟ้าแบบขนานหาได้จากข้อใด
- $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$
  - $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = R_n$
  - $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$
  - $I_T = I_1 V_1$
7. ข้อใดถูกต้องที่สุดในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน
- $R_T = R_1 \cdot R_2 / R_1 + R_2$
  - $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$
  - $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = R_n$
  - $I_T = I_1 V_1$

**รูปที่ 3.3 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 8 ถึงข้อที่ 10**

ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_3 = 4V$



**รูปที่ 3.3**

8. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_3$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- 0.2 mA
  - 0.4 mA
  - 0.8 mA
  - 1.2 mA

9. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_2$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 0.2 mA

ข. 0.4 mA

ค. 0.8 mA

ง. 1.2 mA

10. กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรขนาน ( $I_T$ ) มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 0.2 mA

ข. 0.4 mA

ค. 0.8 mA

ง. 1.2 mA



**กระดาษคำตอบ**  
**แบบประเมินผลระหว่างเรียน**

เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....  
สอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้อที่	ตัวเลือก			
	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
9				
7				
8				
9				
10				

เฉลย

ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5
ข	ค	ค	ข	ก
ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8	ข้อที่ 9	ข้อที่ 10
ก	ก	ค	ข	ง

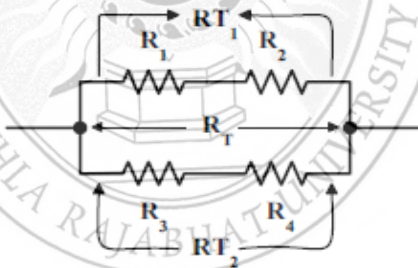
<b>ใบงานทดลองที่ 4</b>	
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	รหัสวิชา ว23101
หน่วยที่ 3 ไฟฟ้า	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติของวงจรแบบผสมได้
2. สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรผสมได้
3. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรผสมได้
4. สามารถต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้

### ความรู้ในเนื้อหาการทดลอง

วงจรไฟฟ้าแบบผสม หมายถึง วงจรที่ประกอบด้วยการต่อความต้านทานแบบอนุกรมและขนาน และแบบขนานอนุกรมรวมอยู่ในวงจรเดียวกัน ดังรูปที่ ค4.1 และรูปที่ ค4.2



รูปที่ ค4.1 แสดงการต่อความต้านทานแบบผสม แบบอนุกรม – ขนาน

จากรูปที่ ค 4.1 สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบอนุกรม – ขนาน  
ขั้นตอนการคำนวณ

1. หาค่าความต้านทานรวมของวงจรอนุกรมทั้งสองก่อน จะได้

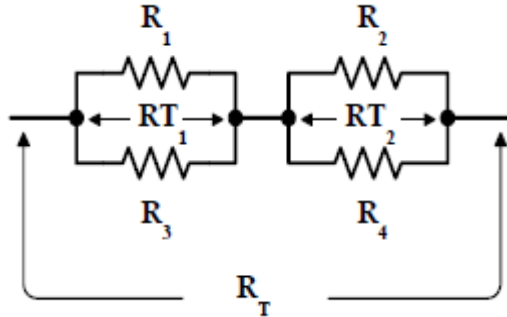
$$R_{T1} = R_1 + R_2$$

และ  $R_{T2} = R_3 + R_4 \dots\dots\dots$  โอห์ม

2. หาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบอนุกรม – ขนาน จะได้

$$R_{T1} = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

การต่อความต้านทานแบบผสม แบบขนาน - อนุกรม



รูปที่ ค4.2 แสดงการต่อความต้านทานแบบผสม และการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานในวงจร

จากรูปที่ ค4.2 สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบขนาน - อนุกรม  
ขั้นตอนในการคำนวณ

1. หาค่าความต้านทานรวมของวงจรขนานทั้งสองก่อน จะได้

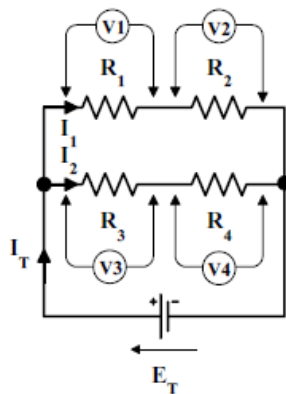
$$R_{T1} = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}}$$

และ  $R_{T2} = \frac{R_2 \times R_4}{R_2 + R_4} \dots \dots \dots$  โอห์ม

2. หาค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม แบบขนาน - อนุกรม

$$R_T = R_{T1} + R_{T2} \dots \dots \dots$$
 โอห์ม

การนำความต้านทานที่ต่อแบบผสมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ (แบบอนุกรม - ขนาน)



รูปที่ ค4.3 การต่อความต้านทานเข้ากับแหล่งจ่าย และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร





จากรูปที่ ค4.3 สามารถคำนวณหาค่ากระแส  $I_T$ ,  $I_1$  และ  $I_2$  ได้ดังนี้  
**ขั้นตอนการคำนวณ**

1. คำนวณหาค่าความต้านทาน  $R_T$  ก่อน

$$R_{T1} = R_1 + R_2$$

และ  $R_{T2} = R_3 + R_4 \dots\dots\dots$  โอห์ม

$$R_T = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

2. คำนวณหาค่ากระแสทั้งหมดในวงจร  $I_T$

$$I_T = E_T / R_T \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

3. คำนวณหาค่ากระแส  $I_1$  และ  $I_2$

$$I_1 = \frac{E_T}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

$$I_2 = \frac{E_T}{R_3 + R_4} \dots\dots\dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

จากรูปที่ ค4.3 สามารถคำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R1}$ ,  $V_{R2}$ ,  $V_{R3}$ ,  $V_{R4}$  และ  $E_T$   
**ขั้นตอนการคำนวณ**

1. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R1}$  จะได้

$$V_{R1} = I_1 \times R_1 \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

2. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R2}$  จะได้

$$V_{R2} = I_1 \times R_2 \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

3. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R3}$  จะได้

$$V_{R3} = I_2 \times R_3 \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

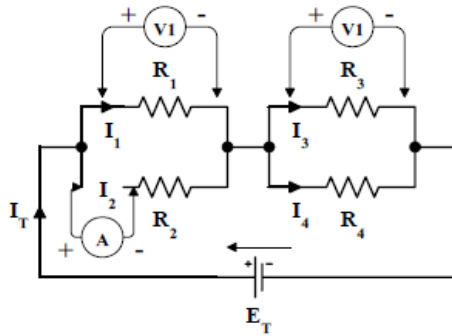
4. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่  $V_{R4}$  จะได้

$$V_{R4} = I_2 \times R_4 \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

5. คำนวณหาค่าแรงดันทั้งหมด  $E_T$  จะได้

$$E_T = (V_{R1} + V_{R2}) + (V_{R3} + V_{R4}) \dots\dots\dots \text{โวลท์}$$

การนำความต้านทานที่ต่อแบบผสมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ (แบบขนาน - อนุกรม)



รูปที่ ค4.4 การนำความต้านทานต่อเข้ากับแหล่งจ่าย และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร

จากรูปที่ ค4.4 สามารถคำนวณหาค่า  $I_T$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  และ  $I_4$

ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณหาค่าความต้านทานรวม  $R_{T1}$ ,  $R_{T2}$  และ  $R_T$

$$R_{T1} = \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}}$$

$$R_{T1} = \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_T = R_{T1} + R_{T2} \dots \dots \dots \text{โอห์ม}$$

2. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$

$$I_T = E_T / R_T \dots \dots \dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

3. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า  $V_1$ ,  $V_2$  และ  $E_T$

$$V_1 = I_T \times R_{T1}$$

$$V_2 = I_T \times R_{T2}$$

$$E_T = V_1 + V_2 \dots \dots \dots \text{โวลท์}$$

4. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  และ  $I_T$

$$I_1 = V_1 / R_1 \dots \dots \dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

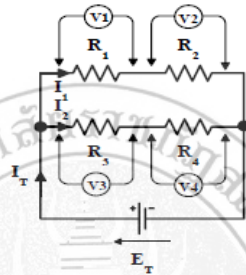
$$I_2 = V_1 / R_2 \dots \dots \dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

$$I_3 = V_2 / R_3 \dots \dots \dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

$$I_4 = V_2 / R_4 \dots \dots \dots \text{มิลิแอมแปร์}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 5 กำหนดให้  $R_1 = 5K\Omega$ ,  $R_2 = 15K\Omega$ ,  $R_3 = 18K\Omega$ ,  $R_4 = 2K\Omega$  และ  $E_T = 12V$

- จงคำนวณหา
1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
  2. กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$
  3. กระแสไฟฟ้าไหล  $I_1$  และ  $I_2$
  4. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  และ  $R_4$



รูปที่ ค4.5 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม (อนุกรม-ขนาน)

1. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$

$$\begin{aligned} R_{T1} &= R_1 + R_2 \\ &= 5K\Omega + 15K\Omega \\ &= 20K\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{T2} &= R_3 + R_4 \\ &= 18K\Omega + 2K\Omega \\ &= 20K\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \\ &= \frac{20K\Omega \times 20K\Omega}{20K\Omega + 20K\Omega} \\ &= \frac{400K\Omega}{40K\Omega} \\ &= 10 K\Omega \end{aligned}$$

2. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทั้งหมด  $I_T$

$$\begin{aligned} I_T &= E_T / R_T \\ &= 12V / 10K\Omega \\ &= 1.2 \text{ mA} \end{aligned}$$

3. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า  $I_1$  และ  $I_2$

$$\begin{aligned} I_1 &= E_T / R_{T1} \\ &= 12V / 20K\Omega \\ &= 0.6 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= E_T / R_{T2} \\ &= 12V / 20K\Omega \\ &= 0.6 \text{ mA} \end{aligned}$$

4. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  และ  $R_4$

$$V_{R1} = I_1 \times R_1 = 0.6\text{mA} \times 5K\Omega = 3V$$

$$V_{R1} = I_1 \times R_1 = 0.6\text{mA} \times 15K\Omega = 9V$$

$$V_{R1} = I_1 \times R_1 = 0.6\text{mA} \times 18K\Omega = 10.8V$$

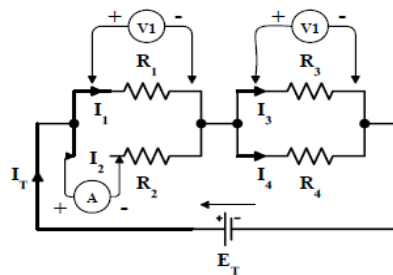
$$V_{R1} = I_1 \times R_1 = 0.6\text{mA} \times 2K\Omega = 1.2V$$

ตัวอย่างที่ 2

จากวงจรในรูปที่ 6 กำหนดให้  $R_1=2K\Omega$ ,  $R_2=8K\Omega$ ,  $R_3=4K\Omega$ ,  $R_4=6K\Omega$  และ  $E_T = 12V$

จงคำนวณหา

1. ความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$
2. กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจร  $I_T$
3. แรงดัน  $V_1$  และ  $V_2$
4. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  และ  $R_4$



รูปที่ ค4.6 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม (ขนาน –อนุกรม)

1. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจร  $R_T$

$$\begin{aligned} R_{T1} &= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} & R_{T2} &= \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} \\ &= \frac{2\text{K}\Omega \times 8\text{K}\Omega}{2\text{K}\Omega + 8\text{K}\Omega} & &= \frac{4\text{K}\Omega \times 6\text{K}\Omega}{4\text{K}\Omega + 6\text{K}\Omega} \\ &= \frac{16 \times 10^6}{10 \times 10^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= R_{T1} + R_{T2} \\ &= 1.6\text{K}\Omega + 2.4\text{K}\Omega \\ &= 4\text{K}\Omega \end{aligned}$$

2. คำนวณหากระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทั้งหมด  $I_T$

$$\begin{aligned} I_T &= E_T / R_T \\ &= 12\text{V} / 4\text{K}\Omega \\ &= 3\text{mA} \end{aligned}$$

3. คำนวณหาแรงดัน  $V_1$  และ  $V_2$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_{T2}} \times E_T \\ &= \frac{1.6\text{K}\Omega}{1.6\text{K}\Omega + 2.4\text{K}\Omega} \times 12\text{V} \\ &= 4.8\text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \times E_T \\ &= \frac{2.4\text{K}\Omega}{1.6\text{K}\Omega + 2.4\text{K}\Omega} \times 12\text{V} \\ &= 4.8\text{V} \end{aligned}$$

4. คำนวณหากระแสไฟฟ้า  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  และ  $I_4$

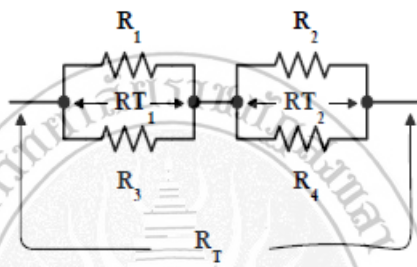
$$\begin{aligned} I_1 &= V_1 / R_1 = 4.8\text{V} / 2\text{K}\Omega = 2.4\text{mA} \\ I_2 &= V_1 / R_2 = 4.8\text{V} / 8\text{K}\Omega = 0.6\text{mA} \\ I_3 &= V_2 / R_3 = 4.8\text{V} / 4\text{K}\Omega = 1.2\text{mA} \\ I_4 &= V_2 / R_4 = 4.8\text{V} / 6\text{K}\Omega = 0.8\text{mA} \end{aligned}$$

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. ใบงานการทดลอง

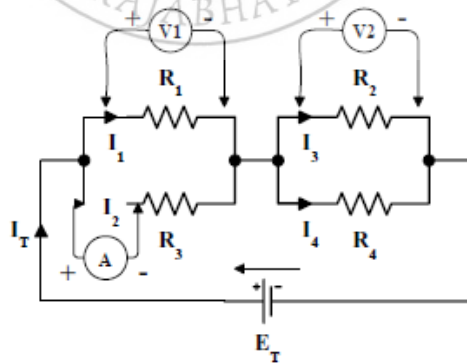
**ลำดับขั้นการทดลอง**

1. ต่อดังวงจรตามรูปที่ ค4.7 (วงจรผสม แบบขนาน – อนุกรม) กำหนดให้  $R_1 = 3K\Omega$ ,  $R_2 = 500\Omega$ ,  $R_3 = 1K\Omega$  และ  $R_4 = 220\Omega$



รูปที่ ค4.7 แสดงการต่อความต้านทานแบบผสม (แบบขนาน - อนุกรม)

2. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด  $20K\Omega$  วัดค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสมตามรูปที่ ค4.7 ค่าความต้านทานที่วัดได้เท่ากับ ..... โอห์ม
3. ต่อดังวงจรตามรูปที่ ค4.8 กำหนดให้  $R_1 = 3K\Omega$ ,  $R_2 = 500\Omega$ ,  $R_3 = 1K\Omega$ ,  $R_4 = 220\Omega$  และ  $E_T = 5V$



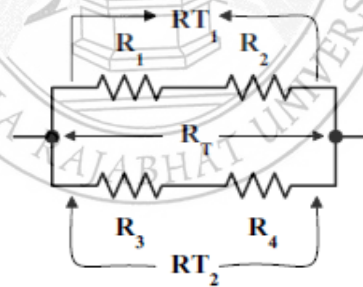
รูปที่ ค4.8 การต่อความต้านทานเข้ากับแหล่งจ่าย และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร

4. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด 20 DC วัดแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $V_1, V_2$  และ  $E_T$  บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1
5. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ ย่าน วัด 200 mA วัด กระแส  $I_1, I_2, I_3, I_4$  และ  $I_T$  บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1
6. คำนวณหาค่ากระแส  $I_1, I_2, I_3, I_4$  และ  $I_T$  บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1
7. คำนวณหาค่าแรงดัน  $V_1, V_2$  และ  $E_T$  บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

$E_T = 5V$	กระแสไฟฟ้า (mA)				แรงดันไฟฟ้า (V)			
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_T$	$V_1$	$V_2$	$E_T$
ค่าจากการทดลอง								
ค่าจากการคำนวณได้								

8. ต้องจรงตามรูปที่ ค4.9 (วงจรผสม แบบอนุกรม-ขนาน) กำหนดให้  $R_1 = 3K\Omega, R_2 = 500\Omega, R_3 = 1K\Omega$  และ  $R_4 = 220\Omega$

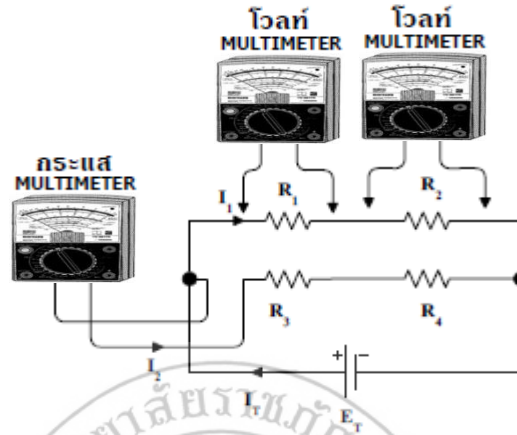


รูปที่ ค4.9 แสดงการต่อวงจรผสม แบบขนาน - อนุกรม

9. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด 20 K $\Omega$  วัดค่าความต้านทานรวม  $R_T$  ในวงจรผสม ตามรูปที่ 10 ค่าความต้านทานที่วัดได้เท่ากับ .....โอห์ม



10. ต่อดังต่อไปนี้ตามรูปที่ ค4.10 กำหนดให้  $R_1 = 3K\Omega$  ,  $R_2 = 500\Omega$  ,  $R_3 = 1K\Omega$  ,  $R_4 = 220\Omega$  และ  $E_T = 12V$



รูปที่ ค4.10 การต่อความต้านทานเข้ากับแหล่งจ่าย และวิธีการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร

11. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด 200 mA วัดกระแส  $I_1$  ,  $I_2$  และ  $I_T$  บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 2
12. คำนวณหาค่ากระแสไหลผ่านความต้านทาน  $I_1$  ,  $I_2$  และ  $I_T$  บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 2
13. คำนวณหาค่าแรงดัน  $V_1$  ,  $V_2$  ,  $V_3$  ,  $V_4$  และ  $E_T$  บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

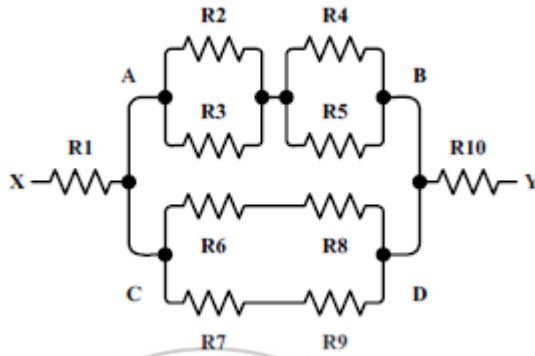
$E_T = 5V$	กระแสไฟฟ้า (mA)				แรงดันไฟฟ้า (V)				
	$I_1$	$I_2$	$I_T$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_T$	
ค่าจากการทดลอง									
ค่าจากการคำนวณได้									

**คำถามท้ายการทดลอง**

1. บอกคุณสมบัติของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมอย่างน้อย 1 คุณสมบัติ  
 ตอบ.....
2. วงจรไฟฟ้าแบบผสม แบ่งตามลักษณะการต่อวงจร ได้กี่แบบ  
 ตอบ .....

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อที่ 3 ถึงข้อที่ 6

กำหนดให้ค่าความต้านทานทุกตัว มีค่าเท่ากับ  $20\text{K}\Omega$



3. ที่จุด A - B เป็นการต่อความต้านทานแบบใด

ตอบ.....

4. ที่จุด C - D เป็นการต่อความต้านทานแบบใด

ตอบ.....

5. ความต้านทานที่จุด A - B มีค่าเท่าไร

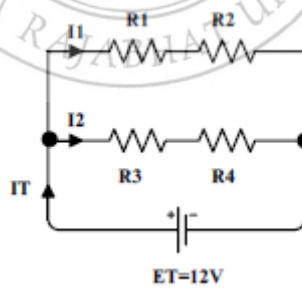
ตอบ.....

6. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานที่จุด X - Y ค่าที่วัดได้มีค่าเท่าไร

ตอบ.....

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อที่ 7 ถึงข้อที่ 8

กำหนดให้ค่าความต้านทาน  $R1 = R4 = 30\text{K}\Omega$  และ  $R2 = R3 = 10\text{K}\Omega$



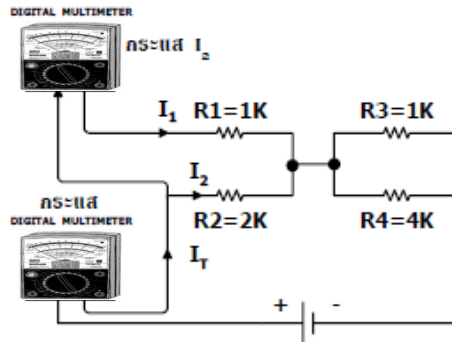
7. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน R1 และ R2 มีค่าเท่าไร

ตอบ.....

8. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน R3 และ R4 มีค่าเท่าไร

ตอบ.....

จากรูป ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9 และข้อที่ 10



9. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้า  $I_T = 6\text{mA}$  และกระแสไฟฟ้า  $I_1 = 4\text{mA}$  กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_2$  มีค่าเท่าไร

ตอบ.....

10. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_2$  มีค่าเท่าไร

ตอบ.....

รายงานการทดลอง : เรื่อง.....

- หลักการ/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนี้

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

- วัตถุประสงค์การทดลองครั้งนี้

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

- ขั้นตอนที่สำคัญของการทดลอง

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

- ผลการทดลองครั้งนี้พบว่า

.....

.....

.....

- ความรู้และทักษะที่ได้รับจากการทดลอง

.....

.....

.....

- วิจัยณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....



## แบบทดสอบระหว่างเรียน

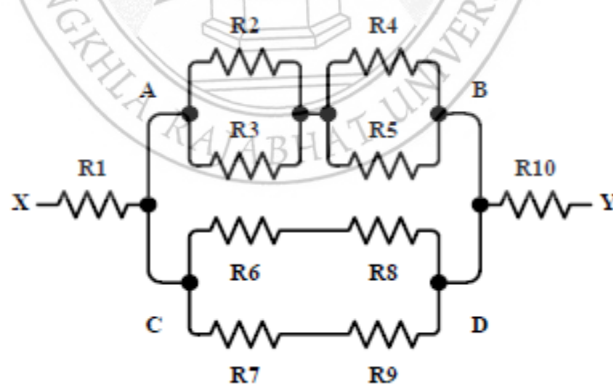
## เรื่องที่ 4 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม

คำสั่ง 1 เลือกคำตอบที่ถูกหรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (X)  
ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดตรงกับคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบผสม
  - ก. แรงดันตกคร่อมความต้านทานทุกตัวเท่ากันหมด
  - ข. กระแสไฟฟ้ารวมมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านความต้านทานตัวที่น้อยที่สุด
  - ค. แรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวรวมกันเท่ากับแหล่งจ่ายไฟ
  - ง. วงจรอนุกรม - ขนาน และวงจรขนาน - อนุกรม
2. วงจรไฟฟ้าแบบผสม แบ่งตามลักษณะใหญ่ ๆ ได้กี่แบบ
  - ก. 1 แบบ
  - ข. 2 แบบ
  - ค. 3 แบบ
  - ง. 4 แบบ

รูปที่ 4.1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 3 ถึงข้อที่ 8

กำหนดให้ค่าความต้านทานทุกตัว มีค่าเท่ากับ  $10\text{ K}\Omega$



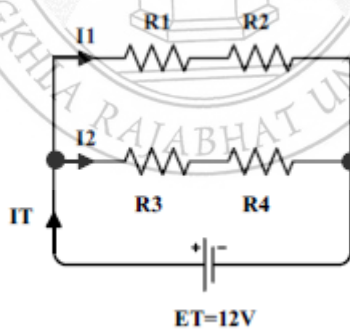
รูปที่ 8

3. ที่จุด A – B เป็นการต่อความต้านทานตรงกับข้อใด
  - ก. อนุกรม
  - ข. ขนาน
  - ค. ผสม แบบขนาน - อนุกรม
  - ง. ผสม แบบอนุกรม - ขนาน

4. ที่จุด C – D เป็นการต่อความต้านทานตรงกับข้อใด
- อนุกรม
  - ขนาน
  - ผสม แบบขนาน - อนุกรม
  - ผสม แบบอนุกรม - ขนาน
5. ความต้านทานที่จุด A - B มีค่าเท่ากับข้อใด
- 10 K $\Omega$
  - 25 K $\Omega$
  - 35 K $\Omega$
  - 45 K $\Omega$
6. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานที่จุด X – Y ค่าที่วัดได้มีค่าเท่ากับข้อใด
- 10 K $\Omega$
  - 25 K $\Omega$
  - 35 K $\Omega$
  - 45 K $\Omega$

รูปที่ 4.2 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 7 ถึงข้อที่ 8

กำหนดให้ความต้านทาน  $R_1 = R_4 = 5\text{K}\Omega$  และ  $R_2 = R_3 = 10\text{K}\Omega$

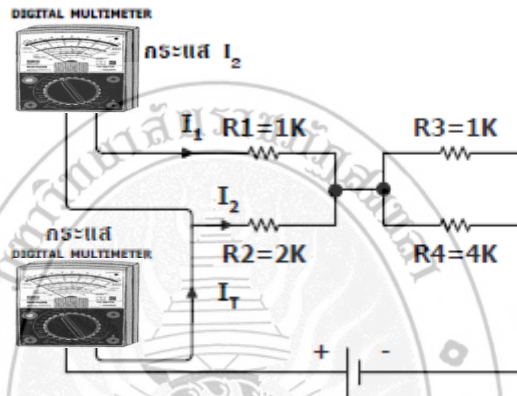


รูปที่ 4.2

7. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- 0.4 mA
  - 0.6 mA
  - 0.8 mA
  - 1.6 mA

8. กระแสไหลผ่านความต้านทาน  $R_3$  และ  $R_4$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- 0.4 mA
  - 0.6 mA
  - 0.8 mA
  - 1.6 mA

รูปที่ 4.3 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9 และข้อที่ 10.



รูปที่ 4.3

9. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้า  $I_T = 6\text{mA}$  และกระแสไฟฟ้า  $I_1 = 4\text{mA}$  กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน  $R_2$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- 2 mA
  - 4 mA
  - 6 mA
  - 8 mA
10. แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน  $R_2$  มีค่าเท่ากับข้อใด
- 2 V
  - 4 V
  - 6 V
  - 8 V

**กระดาษคำตอบ**  
**แบบประเมินผลระหว่างเรียน**

เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....  
สอบวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ตัวเลือก ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
9				
7				
8				
9				
10				

เฉลย

ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5
ง	ข	ค	ง	ค
ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8	ข้อที่ 9	ข้อที่ 10
ข	ค	ค	ก	ข





**ภาควิชา ก**  
**การหาคุณภาพเครื่องมือ**

ตาราง ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

คนที่	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน						คะแนน ประเมิน หลังจาก เรียนจบ	ร้อยละ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	คะแนนรวม (เต็ม 30)	ร้อยละ		
1	9	11	11	10	20.5	68.33	20	66.67
2	11	13	14	13	25.5	85.00	24	80.00
3	10	12	14	11	23.5	78.33	25	83.33
4	12	13	11	10	23	76.67	25	83.33
5	13	14	13	15	27.5	91.67	27	90.00
6	10	10	9	13	21	70.00	26	86.67
7	14	13	14	14	27.5	91.67	27	90.00
8	10	13	14	15	26	86.67	28	93.33
9	14	14	12	14	27	90.00	28	93.33
10	12	13	13	12	25	83.33	25	83.33
11	13	13	12	12	25	83.33	25	83.33
12	14	13	12	12	25.5	85.00	26	86.67
13	13	14	15	15	28.5	95.00	28	93.33
14	12	14	15	15	28	93.33	28	93.33
15	12	13	14	14	26.5	88.33	27	90.00
16	14	13	14	14	27.5	91.67	28	93.33
17	14	14	12	15	27.5	91.67	28	93.33
18	13	13	12	15	26.5	88.33	26	86.67
19	12	15	12	12	25.5	85.00	25	83.33
20	11	10	13	13	23.5	78.33	24	80.00
21	10	12	11	10	21.5	71.67	22	73.33
22	12	13	12	12	24.5	81.67	25	83.33
23	11	13	13	12	24.5	81.67	25	83.33
24	13	14	14	13	27	90.00	27	90.00

ตาราง ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน						คะแนน ประเมิน หลังจาก เรียนจบ	ร้อยละ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	คะแนนรวม (เต็ม 30)	ร้อยละ		
25	14	14	13	13	27	90.00	27	90.00
26	12	11	14	15	26	86.67	26	86.67
27	11	13	12	12	24	80.00	25	83.33
28	12	13	12	13	25	83.33	26	86.67
29	13	13	12	12	25	83.33	25	83.33
30	12	13	12	13	25	83.33	25	83.33
31	14	13	15	14	28	93.33	28	93.33
32	12	12	13	13	25	83.33	25	83.33
33	11	12	13	13	24.5	81.67	25	83.33
34	12	11	12	13	24	80.00	25	83.33
35	14	14	13	15	28	93.33	29	96.67
36	12	12	13	13	25	83.33	25	83.33
37	13	13	12	12	25	83.33	24	80.00
38	13	13	13	13	26	86.67	26	86.67
<b>เฉลี่ย</b>	<b>12.21</b>	<b>12.82</b>	<b>12.76</b>	<b>13.03</b>	<b>25.41</b>	<b>84.69</b>	<b>25.79</b>	<b>85.96</b>
						<b>(E<sub>1</sub>)</b>		<b>(E<sub>2</sub>)</b>

ประสิทธิภาพของชุดทดลอง =  $E_1/E_2$  มีค่าเท่ากับ 84.69/85.96

ตาราง คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ที่	รายละเอียด	ค่า IOC	ค่า ความ ยาก	ค่าอำนาจจำแนก	
				t	Sig.
1	นิเวศวิทยสประกอบด้วยอะไร	1.0	0.70	-2.15	.039
2	ความต่างศักย์ของไฟฟ้าคืออะไร	1.0	0.75	-2.66	.012
3	ประจุไฟฟ้าขนาด 50 คูลอมบ์ เคลื่อนตัวผ่านประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 50 วินาที จงหาค่ากระแสไฟฟ้า	1.0	0.70	-2.57	.015
4	ข้อใดคือตัวนำไฟฟ้า	1.0	0.75	-2.67	.012
5	ข้อใดหมายถึงฉนวนไฟฟ้า	1.0	0.70	-2.25	.032
6	ข้อใดหมายถึงความต้านทานไฟฟ้า	1.0	0.78	-4.67	.000
7	ความนำไฟฟ้าคืออะไร	0.67	0.83	-2.02	.05
8	อะไรที่ไม่มีผลต่อความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำ	0.67	0.65	-2.25	.032
9	อุณหภูมิของตัวนำสูงขึ้นจะมีผลทำให้ความต้านทาน	1.0	0.73	-2.34	.021
10	ข้อใดคือค่ากล่าวในเรื่องกฎของโอห์ม	1.0	0.93	-2.70	.010
11	วงจรไฟฟ้าวงจรหนึ่งมีความต้านทานไฟฟ้าต่ออยู่ในวงจร มีค่าความต้านทาน 12kW มีกระแสไหลในวงจรวัดได้ 30mA จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า	1.0	0.75	-2.66	.012
12	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24V ต่ออยู่กับความต้านทานไฟฟ้าขนาด 50Ω กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12V ต่ออยู่กับความต้านทานไฟฟ้าขนาด 100Ω อยากทราบว่าค่ากระแสไฟฟ้าของ 2 วงจรจะต่างกันกี่แอมแปร์	1.0	0.68	-2.25	.032
13	วงจรไฟฟ้าวงจรหนึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 50V นำความต้านทานไฟฟ้า 3 ตัว มาต่อกับแหล่งจ่ายและทำการวัดค่ากระแส อ่านค่าได้ดังนี้ 0.2A, 10mA และ 50mA ตามลำดับ จากคำตอบข้อใดไม่ใช่ค่าของความต้านทานที่นำมาต่อในวงจร	1.0	0.70	-2.43	.021
14	ข้อใดเป็นความหมายของเซลล์ไฟฟ้า	1.0	0.75	-2.22	.031

ตาราง คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าและปริมาณที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ข้อ ที่	รายละเอียด	ค่า IOC	ค่า ความ ยาก	ค่าอำนาจจำแนก	
				t	Sig.
15	เซลล์ไฟฟ้าขนาด 3 V จำนวน 4 ตัว นำมาต่อกันแบบ ไหนจะให้แรงดันไฟฟ้ารวมมีมีค่าต่ำที่สุด และจะมีค่า แรงดันไฟฟ้ารวมเท่าไร	1.0	0.80	-2.585	.011
16	ข้อใดคือความหมายของการต่อตัวต้านทาน	1.0	0.93	-2.486	.018
17	โดยทั่วไปการต่อตัวต้านทานไฟฟ้ามักชนิด	1.0	0.93	-3.697	.006
18	ข้อใดเป็นการต่อแบบตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม	0.67	0.68	-4.590	.002
19	ข้อใดเป็นการต่อแบบตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน	1.0	0.73	-3.215	.008
20	ข้อใดเป็นการต่อแบบตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม	1.0	0.63	-3.335	.005
21	จงคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้ารวมของตัว ต้านทานไฟฟ้า	1.0	0.68	-4.327	.000
22	จงคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้ารวมของตัว ต้านทานไฟฟ้า	0.67	0.78	-2.846	.008
23	วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมหมายถึง วงจรไฟฟ้าที่มีลักษณะอย่างไร	1.0	0.70	-3.777	.001
24	วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมมีค่าความ ต้านทานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 5 KW จะมีกระแสไฟฟ้า ไหลในวงจรเท่าไร ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย เท่ากับ 10 V	1.0	0.78	-3.985	.002
25	วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมวงจรหนึ่ง ประกอบด้วยตัวต้านทานไฟฟ้าขนาด 5 W จำนวน 4 ตัว ต่ออนุกรมกัน มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่ากับ 0.5A จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน ไฟฟ้าตัวที่ 1	1.0	0.63	-3.109	.004
26	วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนานหมายถึงวงจรไฟฟ้า ที่มีลักษณะอย่างไร	1.0	0.60	-3.636	.003

ตาราง คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ที่	รายละเอียด	ค่า IOC	ค่า ความ ยาก	ค่าอำนาจจำแนก	
				t	Sig.
27	วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน มีตัวต้านทาน ไฟฟ้าค่า 10 W 2 ตัว ขนานกัน จะมีกระแสไฟฟ้าไหล ผ่านตัวต้านทานไฟฟ้าตัวที่ 1 เท่าไหร่ ถ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจรมีค่า 5 V	1.0	0.73	-3.291	.002
28	วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสมหมายถึงวงจรไฟฟ้า ที่มีลักษณะอย่างไร	1.0	0.78	-4.116	.000
29	จากวงจรคำนวณหาค่า $I_x$	0.67	0.68	-3.777	.001
30	จากโจทย์ข้อ 29 ถ้ามีกระแสไฟฟ้าขนาด 1 A ไหลผ่าน ตัวต้านทานไฟฟ้า 30Ω แรงดันไฟฟ้ารวมที่แหล่งจ่าย ไฟฟ้าจะมีค่ากี่โวลต์	0.67	0.70	-3.109	.004

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ KR-20 = 0.746

## ข้อสอบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5

รหัสวิชา ว23101

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

จำนวน 30 ข้อ เวลาที่ใช้สอบ 60 นาที

คะแนนเต็ม 30 คะแนน

ภาคเรียนที่ 1

ประจำปีการศึกษา 2556

โรงเรียนรัศมีวิทยา อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสงขลา

คำสั่ง ให้เลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

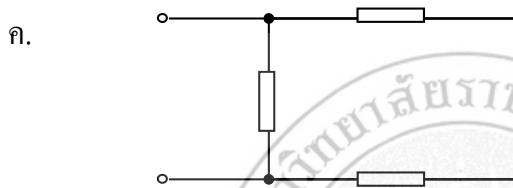
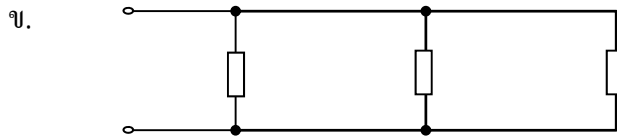
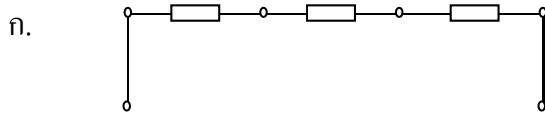
1. นิวเคลียสประกอบด้วยอะไร
  - ก. อิเล็กตรอนกับโปรตรอน
  - ข. โปรตรอนกับนิวตรอน
  - ค. อิเล็กตรอนกับนิวตรอน
  - ง. อิเล็กตรอน โปรตรอนและนิวตรอน
2. ความต่างศักย์ของไฟฟ้าคืออะไร
  - ก. การที่โลหะ2ชนิดอยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน
  - ข. การที่โปรตรอนไหลจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง
  - ค. การที่อิเล็กตรอนไหลจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง
  - ง. การที่นิวตรอนไหลจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง
3. ประจุไฟฟ้าขนาด 50 คูลอมป์ เคลื่อนตัวผ่านประจุไฟฟ้าเป็นเวลา 50 วินาที จงหาค่ากระแสไฟฟ้า
  - ก. 1 A
  - ข. 10 V
  - ค. 100 A
  - ง. 50 V
4. ข้อใดคือตัวนำไฟฟ้า
  - ก. วัตถุที่ไม่ยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านตัวมัน
  - ข. วัตถุที่ยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันได้
  - ค. ส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้าเรียกอีกอย่างว่าภาระไฟฟ้า
  - ง. วัตถุที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
5. ข้อใดหมายถึงฉนวนไฟฟ้า
  - ก. วัตถุที่ไม่ยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านตัวมัน
  - ข. วัตถุที่ยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันได้
  - ค. ส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้าเรียกอีกอย่างว่าภาระไฟฟ้า
  - ง. วัตถุที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

6. ข้อใดหมายถึงความต้านทานไฟฟ้า
- ก. การต้านการไหลของแรงดันไฟฟ้า      ข. การต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า  
ค. การต้านการไหลของความนำไฟฟ้า      ง. ถูกทุกข้อ
7. ความนำไฟฟ้าคือ
- ก. ตัวบอกให้ทราบว่าตัวนำไฟฟ้ายอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากหรือน้อย  
ข. ตัวบอกให้ทราบว่าตัวนำไฟฟ้ายอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านได้มากหรือน้อย  
ค. ตัวบอกให้ทราบว่าตัวนำไฟฟ้ายอมให้มีความต้านทานมากหรือน้อย  
ง. ไม่มีข้อถูก
8. อะไรที่ไม่มีผลต่อความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้า
- ก. ขนาดของหน้าตัดของตัวนำ      ข. อุณหภูมิ  
ค. ความยาวของตัวนำ      ง. ชนิดของภาระไฟฟ้าที่ต่อกับตัวนำ
9. อุณหภูมิของตัวนำสูงขึ้นจะมีผลทำให้ความต้านทานเป็นอย่างไร
- ก. ต่ำลง      ข. สูงขึ้น      ค. เท่าเดิม      ง. ไม่แน่นอน
10. ข้อใดคือคำกล่าวในเรื่องกฎของโอห์ม
- ก. กระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและแปรผกผันกับความต้านทานไฟฟ้า  
ข. กระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า  
ค. กระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับความต้านทานไฟฟ้าและแปรผกผันกับแรงดันไฟฟ้า  
ง. กระแสไฟฟ้าแปรผกผันกับแรงดันไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า
11. วงจรไฟฟ้าวงจรหนึ่งมีความต้านทานไฟฟ้าต่ออยู่ในวงจร มีค่าความต้านทาน  $12\text{k}\Omega$  มีกระแสไหลในวงจรวัดได้  $30\text{mA}$  จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า
- ก.  $36\text{mV}$       ข.  $36\text{kV}$   
ค.  $0.36\text{mV}$       ง.  $36\text{V}$
12. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง  $24\text{V}$  ต่ออยู่กับความต้านทานไฟฟ้าขนาด  $50\Omega$  กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง  $12\text{V}$  ต่ออยู่กับความต้านทานไฟฟ้าขนาด  $100\Omega$  อยากทราบว่าค่ากระแสไฟฟ้าของ 2 วงจรจะต่างกันกี่แอมแปร์
- ก.  $0.12\text{ A}$       ข.  $0.48\text{ A}$   
ค.  $0.36\text{ A}$       ง. เท่ากันทั้ง 2 วงจร



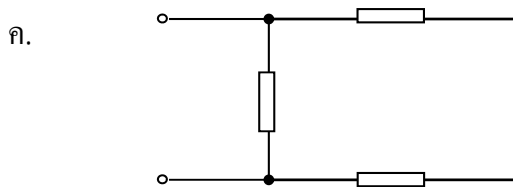
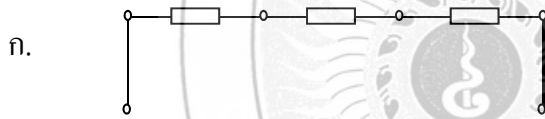


18. ข้อใดเป็นการต่อแบบตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม



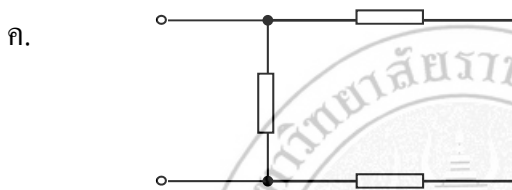
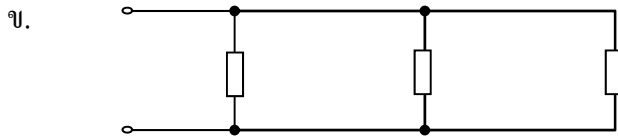
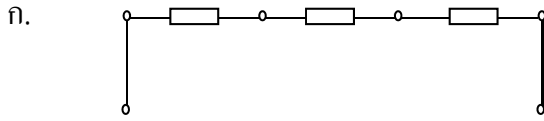
ง. ไม่มีข้อถูก

19. ข้อใดเป็นการต่อแบบตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน



ง. ไม่มีข้อถูก

20. ข้อใดเป็นการต่อแบบตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม



ง. ถูกทุกข้อ

21. จงคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้ารวมของตัวต้านทานไฟฟ้า 4 ตัว แต่ละตัวมีค่า  $20\ \Omega$   $2\ W$  ต่อแบบอนุกรม

ก.  $5\ \Omega$

ข.  $10\ \Omega$

ค.  $80\ \Omega$

ง.  $160\ \Omega$

22. จงคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้ารวมของตัวต้านทานไฟฟ้า 4 ตัว แต่ละตัวมีค่า  $20\ \Omega$   $2\ W$  ต่อแบบขนาน

ก.  $5\ \Omega$

ข.  $10\ \Omega$

ค.  $80\ \Omega$

ง.  $160\ \Omega$

23. วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมหมายถึงวงจรไฟฟ้าที่...

ก. มีตัวต้านทานไฟฟ้า 2 ต่อ อนุกรมกัน

ข. มีตัวต้านทานไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัว ต่ออนุกรมกันและต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ค. มีตัวต้านทานไฟฟ้าต่ออนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ง. มีตัวต้านทานไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปต่ออนุกรมกัน

24. วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมมีค่าความต้านทานไฟฟ้ารวมเท่ากับ  $5\ K\Omega$  จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่าไร ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย เท่ากับ  $10\ V$

ก.  $0.5\ mA$

ข.  $0.5\ A$

ค.  $2\ mA$

ง.  $2\ A$

25. วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมวงจรหนึ่งประกอบด้วยตัวต้านทานไฟฟ้าขนาด  $5 \Omega$  จำนวน 4 ตัว ต่ออนุกรมกัน มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่ากับ  $0.5 \text{ A}$  จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานไฟฟ้าตัวที่ 1

- ก.  $0.1 \text{ V}$       ข.  $2.5 \text{ V}$       ค.  $10 \text{ V}$       ง.  $20 \text{ V}$

26. วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนานหมายถึงวงจรไฟฟ้าที่.....

- ก. มีตัวต้านทานไฟฟ้า 2 ตัว ต่อขนานกัน  
 ข. มีตัวต้านทานไฟฟ้าน้อยกว่า 2 ตัวต่อขนานกัน  
 ค. มีตัวต้านทานไฟฟ้าต่อขนานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า  
 ง. มีตัวต้านทานไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปต่อขนานกัน

27. วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน มีตัวต้านทานไฟฟ้าค่า  $10 \Omega$  2 ตัว ขนานกัน จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานไฟฟ้าตัวที่ 1 เท่าไร ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจรมีค่า  $5 \text{ V}$

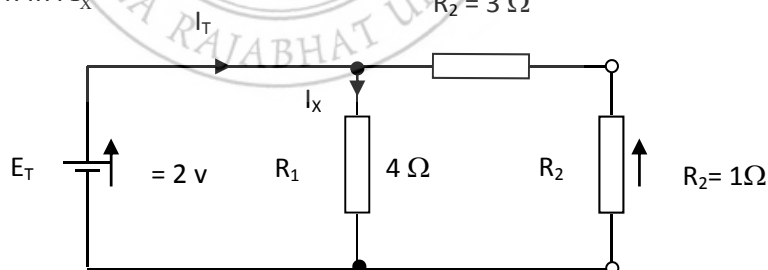
- ก.  $0.5 \text{ mA}$       ข.  $0.5 \text{ A}$       ค.  $1 \text{ mA}$       ง.  $1 \text{ A}$

28. วงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสมหมายถึงวงจรไฟฟ้า

- ก. ตัวต้านทานไฟฟ้าต่อผสมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า  
 ข. ตัวต้านทานไฟฟ้าอย่างน้อย 3 ตัวผสมกัน  
 ค. ตัวต้านทานไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัว ต่อขนานกันและต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า  
 ง. ตัวต้านทานไฟฟ้าตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไปต่อผสมกันและต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

29. จากวงจรคำนวณหาค่า  $I_x$   $R_2 = 3 \Omega$

- ก.  $1.5 \text{ A}$   
 ข.  $1.0 \text{ A}$   
 ค.  $0.75 \text{ A}$   
 ง.  $0.5 \text{ A}$



30. จากโจทย์ข้อ 29 ถ้ามีกระแสไฟฟ้าขนาด  $1 \text{ A}$  ไหลผ่านตัวต้านทานไฟฟ้า  $30 \Omega$  แรงดันไฟฟ้ารวมที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจะมีค่ากี่โวลต์

- ก.  $10 \text{ V}$   
 ข.  $20 \text{ V}$   
 ค.  $40 \text{ V}$   
 ง.  $60 \text{ V}$

เฉลย

## ข้อสอบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5

รหัสวิชา ว23101

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

จำนวน 30 ข้อ

เวลาที่ใช้สอบ 60 นาที

คะแนนเต็ม 30 คะแนน

ภาคเรียนที่ 1

ประจำปีการศึกษา 2556

โรงเรียนนเรศวรมิวิทยา อำเภอรัตนภูมิ จังหวัดสงขลา

ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่
1. ข	16. ก		
2. ค	17. ข		
3. ก	18. ก		
4. ข	19. ข		
5. ก	20. ค		
6. ข	21. ค		
7. ก	22. ก		
8. ง	23. ข		
9. ข	24. ค		
10. ก	25. ข		
11. ค	26. ก		
12. ค	27. ก		
13. ง	28. ง		
14. ง	29. ง		
15. ค	30. ค		

ตาราง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนทดลอง	คะแนนสอบ หลังทดลอง	ความต่างของคะแนน
1	12	20	8
2	14	24	10
3	14	25	11
4	11	25	14
5	13	27	14
6	14	26	12
7	15	27	12
8	15	28	13
9	13	28	15
10	12	25	13
11	12	25	13
12	13	26	13
13	14	28	14
14	13	28	15
15	13	27	14
16	12	28	16
17	11	28	17
18	10	26	16
19	12	25	13
20	11	24	14
21	13	22	9
22	14	25	11
23	14	25	11
24	13	27	14
25	14	27	13
26	12	26	14
27	12	25	13
28	13	26	13
29	12	25	13

ตาราง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนทดลอง	คะแนนสอบ หลังทดลอง	ความต่างของคะแนน
30	11	25	14
31	11	28	17
32	13	25	12
33	11	25	14
34	11	25	14
35	14	29	15
36	12	25	13
37	12	24	12
38	13	26	13
คะแนน เฉลี่ย	12.61	25.79	13.18

ตาราง 4 ผลคะแนนวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดทดลอง

รายการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{X}$	SD	ระดับ
<b>ลักษณะทางกายภาพ</b>	<b>4.22</b>	<b>0.182</b>	<b>มาก</b>
ชุดทดลองมีความสวยงาม ขนาดเหมาะสม	4.13	0.232	มาก
ชุดทดลองมีความแข็งแรง	4.36	0.134	มาก
ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา	3.97	0.322	มาก
วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก	4.38	0.210	มาก
ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถหาอะไหล่ได้ง่าย	4.31	0.110	มาก
ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถซ่อมแซมและเปลี่ยนได้ง่าย	4.15	0.189	มาก
<b>การนำไปใช้งาน</b>	<b>4.19</b>	<b>0.259</b>	<b>มาก</b>
ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	3.97	0.225	มาก
ชุดทดลองติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่าย	3.92	0.244	มาก
คู่มือการใช้ชุดทดลองอธิบายเข้าใจ ชัดเจน	4.26	0.308	มาก
ใบงานทดลองมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน	4.59	0.256	มากที่สุด
<b>ความพึงพอใจเฉลี่ย</b>	<b>4.20</b>	<b>0.213</b>	<b>มาก</b>



**แบบประเมินความพึงพอใจชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**  
**รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5      ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3      หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า**

- คำชี้แจง** 1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงประกอบการเรียนการสอนเรื่อง กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
2. ผู้ตอบแบบสอบถาม สามารถตอบให้ตรงกับความรู้สึกของตัวเองได้ เพื่อผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนาในการดำเนินพัฒนาสื่อประกอบการสอนในครั้งต่อไป

**คำสั่ง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและเขียนข้อความเพิ่มเติมในช่องว่างของข้อคิดเห็นอื่น ๆ ได้

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>1. ลักษณะทางกายภาพ</b>					
1.1 ชุดทดลองมีความสวยงาม ขนาดเหมาะสม					
1.2 ชุดทดลองมีความแข็งแรง					
1.3 ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา					
1.4 วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก					
1.5 ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถหาอะไหล่ได้ง่าย					
1.6 ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถซ่อมแซมและเปลี่ยนได้ง่าย					
<b>2. การนำไปใช้งาน</b>					
2.1 ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน					
2.2 ชุดทดลองติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่าย					
2.3 คู่มือการใช้ชุดทดลองอธิบายเข้าใจ ชัดเจน					
2.4 ใบงานทดลองมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน					

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาวเสาวนิตย์ อินทร์แก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	1 มกราคม 2515
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	159 ถนนสายเอก ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูชำนาญการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	<p>พ.ศ. 2532      ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา</p> <p>พ.ศ. 2534      ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรัตภูมิวิทยา อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา</p> <p>พ.ศ. 2538      ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา</p> <p>พ.ศ. 2556      ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา</p>