การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ยุพินธ์ สุรินทร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DEVELOPMENT OF THE LEARNING ACTIVITY PACKAGE ON DC CIRCUITS FOR DEVELOPING GRADE 12 STUDENTS' LEARNING ACHIEVEMENT

YUPIN SURINTORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2014

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย นางสาวยุพินธ์ สุรินทร

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม	ประธานกรรมการ
ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง	กรรมการ
ดร.วัชรินกร เมฆลา	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาของ ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่าง จนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ดร.วัชรินกร เมฆลา กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรม อาจารย์ผู้สอนภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ขอขอบพระคุณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธารทองพิทยาคมที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับทำวิจัย ขอขอบพระคุณ กลุ่ม PENThai มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้อนุเคราะห์แบบสำรวจ MPEX ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิจัย ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

(นางสาวยุพินธ์ สุรินทร)
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โดย : ยุพินธ์ สุรินทร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง

ศัพท์สำคัญ : ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง แบบสำรวจ MPEX

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้บนพื้นฐานกระบวนการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รูปแบบวิจัยกลุ่มเดียวทดสอบสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ด้วยการทดสอบค่าที พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน 7.28 (SD=2.23) สูงกว่าก่อนเรียน 4.56 (SD = 2.33) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย <g> เท่ากับ 0.17 จากการวิเคราะห์ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมีความคาดหวังต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับมาก ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้บนพื้นฐานกระบวนการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติแล้วทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF THE LEARNING ACTIVITY PACKAGE ON DC CIRCUITS FOR DEVELOPING GRADE 12 STUDENTS' LEARNING ACHIEVEMENT

BY : YUPIN SURINTORN

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : CHOKSIN TANAHOUNG, Ph.D.

KEYWORDS : LEARNING ACTIVITY PACKAGE / DC CIRCUIT / MPEX SURVEY

The purpose of this research was to develop the learning activity package based on hands-on for developing grade 12 students' learning achievement on DC circuit. The data were analyzed into dependent samples t-test. The one group pretest - posttest design was used for this research method. The result indicated that post learning achievement (7.28, SD = 2.23) significantly higher than the pre learning achievement (4.56, SD = 2.33) at the statistical level .05. The average normalized gain was $\langle g \rangle = 0.17$ In addition, the students' expectation of physics learning was in good level. The result indicated that the learning activity package based on hands-on can be used to develop students' conceptual understanding on DC circuit.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ฉ

สารบัญภาพ ช

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 5

2.2 กิจกรรมการลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities) 7

2.3 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ 7

2.4 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 9

3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง 26

3.2 วิธีการ 26

3.3 การลงมือปฏิบัติ (Hands-on activities) 28

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล **29**

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	38
5.2 อภิปรายผล	39
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงการเรียนการสอน	40
เอกสารอ้างอิง	**42**
ภาคผนวก	
ก คะแนนและผลทางสถิตินักเรียน	46
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	52
ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	61
ประวัติผู้วิจัย	**91**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความหมายของแถบสีบนตัวต้านทาน	14
4.1	ละความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ร้อยละความคาดหวัง ที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนและหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	32
4.2	ร้อยละของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง	35
4.3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน	36
ก.1	ผลแบบสอบถาม MPEX ก่อนเรียน	47
ก.2	ผลแบบสอบถาม MPEX หลังเรียน	48
ก.3	คะแนนสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	49
ก.4	ร้อยละของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง	50
ก.5	ตารางค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที	51

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ปิรามิดการเรียนรู้ ร้อยละของการจดจำได้ของความรู้ที่ได้รับโดยวิธีต่างๆ	6
2.2	กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ของลวดโลหะ	9
2.3	กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวนำชนิดต่างๆ	10
2.4	แถบสีแสดงค่าตัวต้านทาน	13
2.5	ตัวต้านทานแปรค่า	16
2.6	วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	17
2.7	วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายซึ่งแสดงความต้านทานภายในเซลล์	17
2.8	วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน	22
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนในการทำวิจัย	27
3.2	แผนผังแสดงเนื้อหาเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	28
4.1	ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนโรงเรียนธารทองพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557	30
4.2	ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 32 คน และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในสาขาวิชาฟิสิกส์ของสหรัฐอเมริกา	31
4.3	Normalized Pre/Post Movement ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 32 คน	34
4.4	ร้อยละของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง	35
4.5	Normalized Gain ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง	36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2519 มุ่งหวังให้ผู้เรียนรู้หลักการและทฤษฎี พื้นฐาน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจแนวคิดของฟิสิกส์ยุคใหม่ รู้ขอบเขตของวิชา เกิดทักษะที่สำคัญในการค้นคว้า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) หลังจากนั้นหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2524 เน้นให้นักเรียนทำการทดลองก่อนให้ศึกษาหลักการและทฤษฎี นักเรียนจะรู้สึกว่าได้ค้นพบความจริงหรือหลักการทางฟิสิกส์ด้วยตนเอง ครูผู้สอนคอยสอดแทรกคำถามเข้าไปให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนคิดหาเหตุผลตั้งสมมติฐานและอภิปราย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ต่อมาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2544 มุ่งหวังให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลในการสังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัว ตั้งคำถาม หรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา มีการคิดวางแผนและลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการที่หลากหลาย แล้วสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้หรือองค์ความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และเกิดการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนจะไม่ละทิ้งผู้เรียนให้เรียนรู้เพียงลำพังแต่จะมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และคิดในระดับสูง (กรมวิชาการ, 2545 : ก)

วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนธารทองพิทยาคม เป็นวิชาที่มีความท้าทายสำหรับครูผู้สอนมาก นักเรียนมีผลการเรียนต่ำในวิชานี้ ผลสอบที่ออกมาไม่เป็นที่น่าพอใจสำหรับทุกฝ่าย เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสอบถามนักเรียน พบว่านักเรียนร้อยละ 80 เห็นว่า ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ไม่น่าสนใจเพราะเห็นว่าไม่มีประโยชน์ ไม่เกี่ยวข้องกับตัวเอง น่าเบื่อ การเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังเน้นที่การบรรยาย การแก้โจทย์ปัญหา การใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณ แทนค่าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำหลักการทางฟิสิกส์ไปอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ และการที่นักเรียนมีผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ของตัวเองตกต่ำเป็นเพราะ

ครูออกข้อสอบยากมากจนนักเรียนทำไม่ได้ นอกจากนั้นยังมีความยากเกี่ยวกับการใช้คณิตศาสตร์ในการทำโจทย์ ในมุมมองที่กลับกันครูฟิสิกส์ ในโรงเรียนธารทองพิทยาคม เชื่อว่าข้อสอบไม่ได้ยากเกินไปจนนักเรียนไม่สามารถทำได้ ซึ่งความแตกต่างระหว่างความคาดหวังของนักเรียนและครูผู้สอนอาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนได้ ไม่เพียงแต่หลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์เท่านั้นที่นักเรียนมีมาก่อนการเรียนฟิสิกส์ แต่สิ่งที่นักเรียนแต่ละคนมียังรวมถึงเจตคติ ความเชื่อ และความคาดหวังเกี่ยวกับสิ่งที่เขาจะได้เรียน (อัมพร วัจนะ, 2548) ซึ่งในที่นี้ "ความคาดหวัง" มีความหมายครอบคลุมถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์และการสร้างความรู้ทางฟิสิกส์ นอกจากนี้สิ่งที่นักเรียนคาดหวังว่าจะเกิดขึ้นในการเรียนฟิสิกส์มีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองของพวกเขา มีผลกระทบต่อสิ่งที่พวกเขาสนใจและตั้งใจฟังในระหว่างการเรียน รวมถึงพฤติกรรมการสร้างความรู้และความเข้าใจของพวกเขาด้วย ดังนั้นจึงควรสำรวจผู้เรียนแล้วทำการวิเคราะห์ความคาดหวังก่อน เพื่อครูสามารถนำวิธีการสอนที่เหมาะสม (Edward F. Redish, 1998) และช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น โดยการศึกษานั้นสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์ สังเกต แต่วิธีการดังกล่าวจะทำได้ยากในกรณีที่มีนักเรียนจำนวนมาก ดังนั้น แบบสำรวจสำหรับศึกษาความคาดหวังจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว Maryland Physics Expectations (MPEX) เป็นหนึ่งในแบบสำรวจที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่มหาวิทยาลัย Marylamd สร้างขึ้น (Redish et al., 1992) เพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ จำนวน 34 ข้อ แสดงความเห็น 5 ระดับตั้งแต่ไม่เห็นด้วยมากที่สุดจนถึงเห็นด้วยมากที่สุด ความคาดหวังของผู้เรียนที่สำรวจแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ 2) ด้านโครงสร้างความรู้ 3) ด้านเนื้อหาความรู้ 4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง 5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ และ 6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้

เพื่อศึกษาทำความเข้าใจถึงสาเหตุ ทางแก้ไขปัญหา ผลการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ต่ำ และเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยได้สังเกตลักษณะเด่นของผู้เรียน คือ จะให้ความสนใจกับกิจกรรมต่างๆ ที่ได้ลงมือปฏิบัติมากกว่าการนั่งฟังบรรยายอย่างเดียว ดังนั้นผู้สอนจึงใช้จุดเด่นเพิ่มจุดด้อยโดยการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบกับการเลือกใช้เทคนิคการสอนแบบให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (Hands - on Activities) คือ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นำแม่เหล็กเข้าใกล้วัสดุต่างๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น ต่อหลอดไฟฟ้าหลายหลอดกับถ่านไฟฉาย เป็นต้น เมื่อนักเรียนนำไปใช้ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินวางแผนแก้ปัญหาสำเร็จ ไม่สำเร็จทำความเข้าใจใหม่ไม่สำเร็จเลือกวิธีใหม่เข้าใจในปัญหา

ปัญหาได้ทำกิจกรรมลักษณะนี้จะทำให้ได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย และหาข้อสรุปต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและมีความหมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.3.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง นักเรียนมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งออกเป็น 5 ชุดย่อย รวม 10 ชั่วโมง ระยะเวลาในการวิจัย 3 สัปดาห์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และเพิ่มความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนธารทองพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยต้องทำความเข้าใจความหมายของศัพท์ต่างๆ ในการวิจัย เพื่อนำไปใช้ในการเขียนรายงานวิจัยที่ถูกต้อง รวมทั้งสื่อให้ผู้อ่านงานวิจัยเข้าใจ ศัพท์ที่ใช้บ่อย ได้แก่

1.5.1 ผู้วิจัย หมายถึง ผู้ที่ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ อย่างเป็นระบบ เพื่อตอบประเด็นที่สงสัย โดยมีระเบียบวิธีอันเป็นที่ยอมรับ ในแต่ละศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครอบคลุมทั้งแนวคิด มโนทัศน์ และวิธีการที่ใช้ในการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล

1.5.2 ชุดกิจกรรม หมายถึง เป็นนวัตกรรมการสอนในลักษณะของสื่อประสมที่ครูสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนตามความถนัด และความสนใจของตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ และผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียน โดยได้จากประสบการณ์ หรือการฝึกหัดโดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ และประสบการณ์ต่างๆ

1.5.3 กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมาย ถึง ส่วนหนึ่งของประชากรที่นำมาศึกษาซึ่งเป็นตัวแทนของประชากร

1.5.4 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) หมายถึง กระบวนการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

1.5.5 การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยถือว่าทุกๆหน่วยหรือทุกๆ สมาชิกในประชากรมีโอกาสจะถูกเลือกเท่าๆ กัน อาจใช้วิธีการจับสลากโดยทำรายชื่อประชากรทั้งหมด หรือใช้ตารางเลขสุ่มโดยมีเลขกำกับหน่วยรายชื่อทั้งหมดของประชากร

1.5.6 ข้อมูล (Data) หมายถึง ชุดของค่าสังเกตที่วัดได้ จากกลุ่มตัวอย่าง ชุดหนึ่งๆ

1.5.7 ตัวแปร (Variables) หมายถึงสิ่งที่เปลี่ยนค่าได้เป็นหลายค่า เป็นลักษณะคุณภาพ คุณสมบัติของบุคคล สิ่งของ หรือสิ่งสนใจจะนำมาศึกษาที่สามารถนับได้ วัดได้ และแจกแจงได้หลายค่า ในการทำวิจัย เมื่อนำแนวคิดมาระบุนิยามปฏิบัติการแล้ว จะกลายเป็นรูปของตัวแปร โดยทั่วไปตัวแปรมี 3 ชนิด คือตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรภายนอกหรือตัวแปรแทรกซ้อน

1.5.8 การออกแบบการวิจัย (Research design) เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยในเรื่องเกี่ยวกับการเลือกกลุ่มตัวอย่าง การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยนักวิจัยต้องออกแบบการวิจัยเพื่อมุ่งในการหาคำตอบที่จะตอบ วัตถุประสงค์การวิจัยที่ดีที่สุด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้แนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนในหัวข้ออื่นๆ

1.6.2 ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.6.3 นักเรียนมีความสนใจ คาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มสูงขึ้น

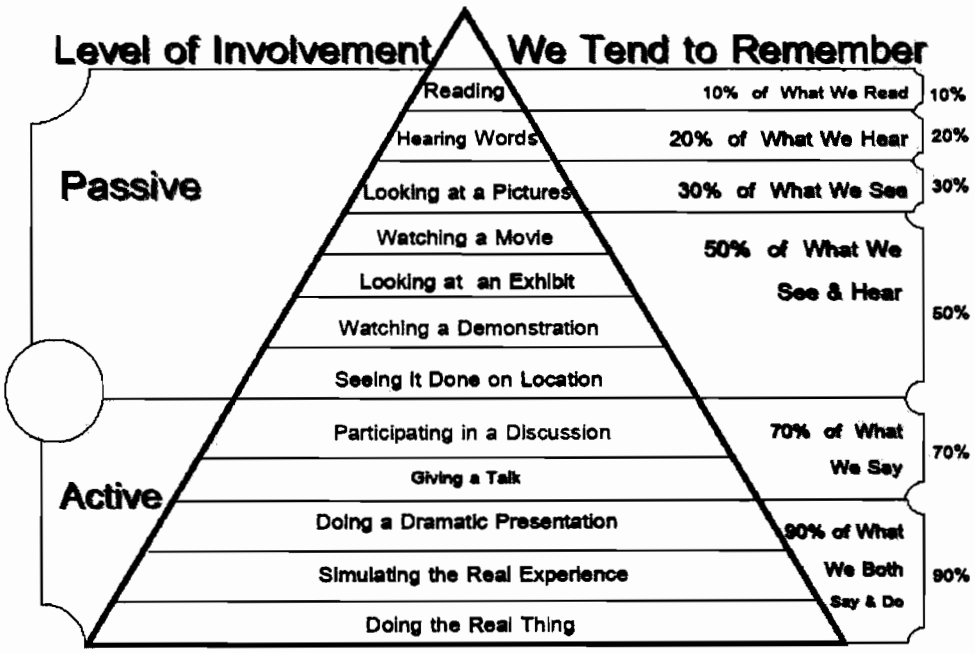
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โดยหลักทั่วไปแล้ว นักเรียนเข้าชั้นเรียนด้วยพื้นความรู้ระดับหนึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความพร้อมในการที่จะรับเอาความรู้ใหม่ ความเข้าใจใหม่ หากไม่มีพื้นความรู้หรือมีพื้นความรู้แต่อาจไม่เข้าใจ หรืออาจเข้าใจผิด (Donovan and Bransford, 2005) จึงเป็นหน้าที่ครูที่จะค้นหาและสร้างฐานความรู้ให้เพียงพอต่อการเข้าถึงเป้าหมายของสาระ (subject matter) นักเรียนแต่ละชนชาติ แต่ละถิ่น มีพื้นฐานทางวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน จะมีวิธีคิดและวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกัน นักวิจัยกำลังให้ความสนใจ และให้ความสำคัญมากขึ้นทุกที ต่อสิ่งที่เรียกว่า รูปแบบการคิด (cognitive style) และ รูปแบบการเรียนรู้ (learning style) ในฐานะที่เป็นปัจจัยทางจิตวิทยาสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ และเพิ่มสัมฤทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนได้

การสร้างแรงขับ (driving force) ให้นักเรียนอยากที่จะเรียนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากในการจัดกิจกรรมการเรียน โดยอาศัยความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนผนวกกับใช้ปิรามิดการเรียนรู้ (learning pyramid) ดังภาพที่ 1 (National Learning Laboratories, Bethel, Main, U.S.A.) ซึ่งได้อธิบายไว้ว่า การเรียนรู้ของมนุษย์มีหลายอย่างแต่การเรียนที่ได้ผลจริงและยั่งยืนนั้น ร้อยละ 5 เกิดจากการฟังปาฐกถาหรือบรรยาย (lecture) ร้อยละ 10 เกิดจากการอ่าน (reading) ร้อยละ 20 เกิดจากการได้ยิน ได้เห็น (audio-visual) ร้อยละ 30 เกิดจากการสาธิตให้ดู (demonstration) ร้อยละ 50 เกิดจากกลุ่มอภิปรายและถกปัญหา (discussion group) ร้อยละ 75 เกิดจากการเรียนโดยการลงมือทำจริง (practice by doing) และ เรียนรู้ได้มากที่สุดร้อยละ 90 เมื่อได้สอนผู้อื่นและได้นำไปใช้ทันที (teach others และ immediate use) ความรู้คงทนที่จดจำได้นานๆ และคงเหลืออยู่อย่างถาวรของผู้เรียนเกิดจากการเรียนโดยวิธีนี้มากที่สุด



ภาพที่ 2.1 ปิรามิดการเรียนรู้ ร้อยละของการจดจำได้ของความรู้ที่ได้รับโดยวิธีต่างๆ (รุจิระ การิสุข, 2554)

การเรียนรู้ตามแนว Constructivism (Jacobsen et al., 2002) เกี่ยวข้องกับบทบาทของผู้เรียนสองวิธีการคือ การเรียนที่ผู้เรียนกระทำ (active learning) กับการเรียนที่ผู้เรียนถูกกระทำ (passive learning) การเรียนที่ผู้เรียนกระทำหรือการเรียนเชิงรุก (active learning) ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและเอาผู้เรียนกำหนดทิศทางกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนเช่น การเรียนแบบเสาะแสวงหาความรู้ (investigation หรือ inquiry) การแก้ปัญหา (problem solving) การทำกิจกรรมกลุ่ม (group work) การเรียนแบบร่วมมือ (collaborative) การทำการทดลอง (experimental) จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริงและทำให้มีความรู้คงทน จำได้นาน การเรียนแบบนี้จะเป็นฐานรากของปิรามิด ในขณะที่การเรียนที่ผู้เรียนถูกกระทำหรือการเรียนการเรียนเชิงรับ (passive learning) ถือว่าผู้เรียนมีหน้าที่รับโดยครูผู้สอนเป็นผู้ให้ความรู้และข้อมูลผ่านการบรรยายในชั้นเรียน บอกให้ผู้เรียนจดจำหลัก กฎ สูตร ความสัมพันธ์ การเรียนแบบนี้ครูส่วนใหญ่ชอบ สะดวกต่อการสอนและควบคุมชั้นเรียน ผลการเรียนเห็นผลชัดเจนเมื่อมีการทดสอบหลังเรียน อย่างไรก็ตามความรู้คงทนเหลือน้อยมาก เป็นส่วนปลายของปิรามิด ดังที่รัฐมนตรีกระทรวงการศึกษาของสิงคโปร์เคยกล่าวไว้ว่า “teach less, learn more” หรือสอนน้อยเรียนมาก (Ho and Boo, 2007) หมายความว่าให้ครูบรรยายน้อยๆ เท่าที่จำเป็น เวลาเรียนส่วนใหญ่เป็นเวลาที่นักเรียน

ทำกิจกรรมเรียนโดย การทดลอง การแก้ปัญหา การเสาะแสวงหาความรู้ การทำงานวิจัยรวมทั้งการอภิปรายกลุ่ม ซึ่งล้วนแต่เป็นการเรียนที่ผู้เรียนกระทำ (active learning)

ความคาดหวังในการเรียน ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และความจำที่ยาวนานคงทน การที่ครูให้นักเรียนทดลอง หรือสาธิตการทองแล้วให้นักเรียน ทำนายผลการทดลอง สังเกต และอธิบายผลที่เกิดขึ้น การทดลองสิ่งใกล้ตัวผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างจริงก่อนการนำไปใช้ขั้นต่อไป เช่น การเรียน เรื่อง การต่อตัวต้านทานแบบต่างๆ ครูควรสาธิตขั้นตอนการต่อตัวต้านทาน การใช้โวลต์มิเตอร์ในการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และการใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการรวมเอาวิธีการเรียนการสอนที่ผู้เรียนกระทำ (active pedagogical method) และอาศัย การทดลอง การทำนายผลการทดลอง การสังเกต และการอธิบายผล ผู้วิจัยคาดว่าจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและความรู้คงทนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายยาวนานขึ้น

2.2 กิจกรรมการลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities)

นักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์แนะนำให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิด และลงมือปฏิบัติ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็ จะเกิดความคิดและคำถามที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าว จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุป และการศึกษาต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ขั้นตอนของการทำนาย (Predict) คือ จะเป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไร โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย (กรมวิชาการ, 2545 : ข)

2.3 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์

Marylamd Physics Expectation (MPEX) เป็นแบบสำรวจที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1992 ที่ University of Washington (Edward F. Redish, 1992) การสร้างแบบสำรวจนี้เริ่มจากการพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์และการเรียนรู้ฟิสิกส์ โดยความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวจะนำมา

จัดเป็นข้อความในลักษณะของแบบสอบถาม เพื่อสอบถามความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่ จากนั้นวิเคราะห์ และอภิปรายโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนฟิสิกส์

หลังจากการทดลองใช้และพัฒนาแบบสำรวจในมหาวิทยาลัยกว่า 15 แห่ง จึงได้แบบสำรวจ MPEX ที่ประกอบด้วยข้อความ 34 ข้อความ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยใน 5 ระดับ ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุดจนกระทั่งไม่เห็นด้วยที่สุด ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20-25 นาที โดยแบบทดสอบ MPEX ได้ผ่านการทดสอบความถูกต้อง (validity) โดยการสัมภาษณ์นักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มว่านักเรียนแปลความหมายแต่ละข้อความว่าอย่างไรและเพราะเหตุใดพวกเขาจึงเลือกคำตอบนั้นๆ

แบบสอบถามทั้ง 34 ข้อได้แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

(1) Independence เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเรียนรู้ฟิสิกส์ ว่าเป็นการเรียนรู้โดยการได้รับข้อมูลจากการอ่านหนังสือหรือจากผู้รู้หรือเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง

(2) Coherence เป็นความคาดหวังเกี่ยวกับโครงสร้างของความรู้ทางฟิสิกส์ หลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องต่างๆ เช่น แสงและเสียง เป็นต้น ว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวเชื่อมโยงกันหรือหรือเป็นสิ่งที่ไม่ขึ้นต่อกัน

(3) Concepts เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ ว่าเป็นเรื่องของหลักสูตรหรือหลักการที่ซ่อนอยู่ภายในสูตร

(4) Reality Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

(5) Math Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ ว่าคณิตศาสตร์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือคณิตศาสตร์ถูกใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์

(6) Effort เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และความเข้าใจฟิสิกส์ว่านักเรียนที่จะคิด หรือพิจารณาอย่างละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำหรือผลลัพท์ที่ได้กลับมาหรือไม่

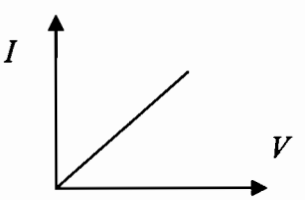
แบบสำรวจ MPEX ถูกนำมาใช้สำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (อัมพร วจนะ ; นฤมล เอมะรัตต์ และ เชิญโชค ศรขวัญ, 2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการการเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ระหว่างครูและนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 121 คน และความคาดหวังของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 143 คน ผลจากการสำรวจพบว่ามีเพียงร้อยละ 27 ของความคาดหวังของนักเรียนและร้อยละ 48 ของความคาดหวังของครูที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ

เช่นเดียวกับ (กาญจนา จันทร์ประเสริฐ, 2551 : บทคัดย่อ) ที่ได้สำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ ในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพ จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นเพศหญิงทั้งหมด จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 47.7, 45.2, 48.6, 46.5, 41.0, 45.0 และ 45.0 ของความคาดหวังของผู้เรียน 6 ด้านและในภาพรวมตามลำดับตรงกับผู้เชี่ยวชาญ

2.4 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

2.4.1 กฎของโอห์ม (Ohm of Law)

ในปี พ.ศ. 2369 George Simon Ohm นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน พบว่าเมื่อทำให้ปลายทั้งสองของลวดโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดโลหะนี้ (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2550) ซึ่งจากการทดลองจะได้ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ของลวดโลหะ

จากภาพที่ 2.2 จะได้ว่า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดโลหะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของลวดโลหะ จึงเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$I \propto V$$

ดังนั้น $I = kV$ (k เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน)

หรือ $$\frac{V}{I} = \frac{1}{k}$$

ถ้าให้ $$\frac{1}{k} = R$$

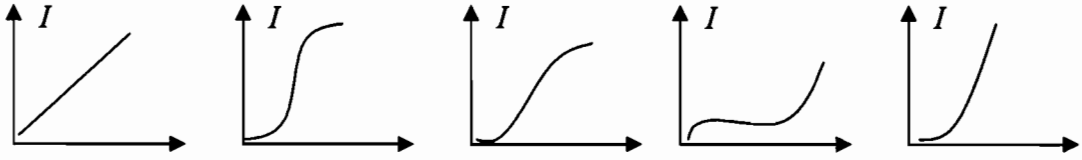
จะได้ว่า $$\frac{V}{I} = R$$ เรียกว่า **กฎของโอห์ม**

หรือ $V = IR$

โดยกฎของโอห์มมีใจความว่า ที่อุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น

เมื่อ R เป็นค่าคงตัวเรียกว่า ความต้านทาน หรือเรียกว่า โอห์ม (Ω)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์และความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวนำชนิดต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยให้อุณหภูมิคงตัวจะได้ความสัมพันธ์ดังภาพที่ 2.3



ก. โลหะ ข. หลอดไดโอด ค. อิเล็กโทรไลต์ ง. หลอดบรรจุแก๊ส จ. สารกึ่งตัวนำ

ภาพที่ 2.3 กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวนำชนิดต่างๆ

สรุป เมื่ออุณหภูมิคงตัว กฎของโอห์มใช้ได้กับตัวนำที่เป็นโลหะเท่านั้น

2.4.2 กระแสไฟฟ้า (Electric Current: I) คือ ปริมาณการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าระหว่าง 2 บริเวณ โดยมีทิศทางจากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้ามากกว่าไปยังศักย์ไฟฟ้าน้อยกว่าหรือจากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2550)

ปริมาณของกระแสไฟฟ้า นิยามได้ด้วย ปริมาณของประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของตัวนำไฟฟ้าไปได้ภายในเวลา 1 วินาที หรืออัตราการไหลของประจุไฟฟ้า ดังสมการต่อไปนี้

$$I = \frac{Q}{t}$$

เมื่อ I แทน กระแสไฟฟ้า หน่วยแอมแปร์ (A)

Q แทน ปริมาณประจุไฟฟ้า หน่วยคูลอมบ์ (C)

t แทน เวลา หน่วยวินาที (s)

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำเป็นดังสมการต่อไปนี้

$I = nevA$

เมื่อ I แทน กระแสไฟฟ้า หน่วยแอมแปร์ (A)

n แทน จำนวนของอิเล็กตรอนอิสระต่อปริมาตรหน่วยอนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร

v แทน ความเร็วของการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำ เรียกว่า ความเร็วเลื่อนลอย หน่วยเมตรต่อวินาที (m/s)

A แทน พื้นที่ภาคตัดขวางของตัวนำ หน่วยตารางเมตร (m^2)

อัตราส่วนของความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าที่ปลายขั้วของตัวนำใดๆ จะมีค่าคงตัวเสมอ เรียกอัตราส่วนนี้ว่า ค่าความต้านทานไฟฟ้า (electric resistance: R) ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการต่อไปนี้

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

เมื่อ R แทน ความต้านทาน หน่วยโอห์ม (Ω)

V แทน ความต่างศักย์ไฟฟ้า หน่วยโวลต์ (V)

I แทน กระแสไฟฟ้า หน่วยแอมแปร์ (A)

ความต้านทานของตัวนำที่เป็นโลหะต่างๆ จะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

2.4.2.1 ชนิดของตัวนำ โลหะแต่ละชนิดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้แตกต่างกันเรียกสมบัตินี้ว่า สภาพต้านทาน (resistivity: ρ) ถ้าสภาพต้านทานมาก กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านโลหะตัวนำนั้นได้น้อย หรือกล่าวได้ว่าโลหะตัวนำนั้นมีความต้านทานสูง

$$R \alpha \rho$$

2.4.2.2 อุณหภูมิ อุณหภูมิยะทำให้สภาพต้านทานเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุนั้น ดังต่อไปนี้

1) โลหะบริสุทธิ์ เช่น ทองแดง เงิน อะลูมิเนียม เป็นต้น ความต้านทานของโลหะบริสุทธิ์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2) โลหะผสม ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิน้อยมาก ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้โลหะผสมทำเป็นลวดความต้านทานที่เป็นอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า

3) สารกึ่งตัวนำ ค่าความต้านทานจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

4) ฉนวน มีความต้านทานสูง แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานกลับลดลง

2.4.2.3 พื้นที่ภาคตัดขวางของโลหะตัวนำ การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำเปรียบได้กับน้ำไหลผ่านท่อหากท่อมีขนาดใหญ่ หรือมีพื้นที่ภาคตัดขวางมาก การเคลื่อนที่ผ่านย่อมง่ายกว่าท่อที่มีขนาดเล็กหรือมีพื้นที่ภาพตัดขวางน้อย หรือความต้านทานจะแปรผกผันกับพื้นที่ภาคตัดขวาง

$$R \ \alpha \ \frac{1}{A}$$

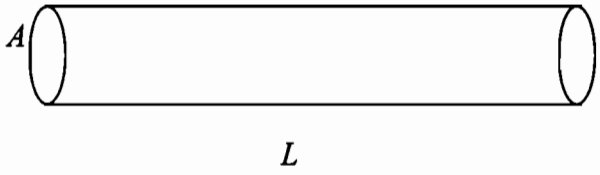
2.4.2.4 ความยาวของโลหะตัวนำ การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำที่มีความยาวแตกต่างกันย่อมต่างกันด้วย โดยตัวนำที่มีความยาวน้อยย่อมทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากปลายหนึ่งไปยังอีกปลายหนึ่งได้ง่าย หรือ ค่าความต้านทานจะแปรผันตามความยาวของตัวนำ

$$R \ \alpha \ \mathrm{L}$$

2.4.3 ความหนาแน่นกระแส (electric current density, J) คือ สมบัติการนำไฟฟ้าของตัวนำมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างกระแสไฟฟ้ากับพื้นที่ภาคตัดขวางของตัวนำ ดังสมการต่อไปนี้

$$J \ = \ \frac{1}{A}$$

สำหรับตัวนำ $R \ = \ \rho\frac{L}{A}$



ค่าความต่างศักย์ระหว่างปลายโลหะตัวนำ

$$V \ = \ \mathrm{EL} \ \text{หรือ} \ E \ = \ \frac{V}{L} \ = \ \frac{IR}{L}$$

เมื่อ E แทน สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ตลอดความยาวของลวดตัวนำ

ดังนั้น $I = \frac{EL}{R}$

$$J = \frac{I}{A} = \frac{EL}{RA} = \frac{EL}{\rho\frac{L}{A}A}$$

$$J = \frac{1}{P}E \text{ หรือ } J = \sigma\mathrm{E}$$

เมื่อ σ เรียกว่า สภาพนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับสภาพต้านทาน (σ) คือ

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

นิยามสมบัติของตัวนำ เรียกว่า ความนำไฟฟ้า

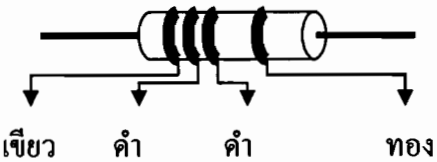
$$\gamma = \sigma(\frac{A}{L}) = \frac{1}{R} = \frac{1}{V}$$

2.4.4 ความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance)

ความต้านทานไฟฟ้า เป็นการบอกคุณสมบัติของสารในการต้านกระแสไฟฟ้าที่จะผ่านได้มากน้อยเพียงใด โดยสารที่มีความต้านทานมาก กระแสผ่านไปได้น้อย ส่วนสารที่มีความต้านทานน้อยกระแสผ่านไปได้มาก

2.4.4.1 ตัวต้านทาน เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปรับความต้านทานให้กับวงจร เพื่อช่วยปรับให้กระแสไฟฟ้า หรือความต่างศักย์ไฟฟ้า พอเหมาะกับวงจรนั้นๆ ชนิดของตัวต้านทานแบ่งออกได้ 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1) ตัวต้านทานคงตัว เป็นตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานคงตัว มักพบในวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ซึ่งตัวต้านทานประเภทนี้ทำจากผงคาร์บอนอัดแน่นเป็นรูปทรงกระบอกเล็กๆ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวต้านทานค่าคงตัวในวงจรไฟฟ้าคือ —/\/\/\— โดยค่าความต้านทานจะบอกด้วยแถบสีที่เขียนไว้บนตัวต้านทานดังภาพที่ 2.4



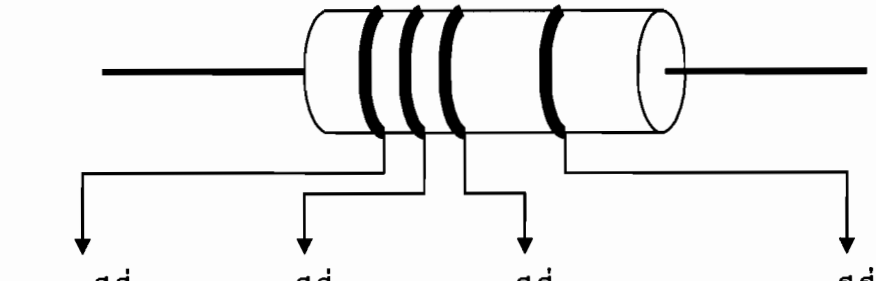
ภาพที่ 2.4 แถบสีแสดงค่าตัวต้านทาน

โดยแถบสีที่คาดไว้บนตัวต้านทานมีความหมายดังนี้

- แถบสีที่ 1 ซึ่งอยู่ใกล้ขาข้างใดข้างหนึ่งมากที่สุด บอกเลขตัวแรก
- แถบสีที่ 2 บอกเลขตัวที่ 2
- แถบสีที่ 3 บอกเลขยกกำลังของสิบที่ต้องนำไปคูณกับเลขสองตัวแรก
- แถบสีที่ 4 บอกความคลาดเคลื่อนของค่าความต้านทานที่อ่านได้จากสามแถบแรกโดยบอกเป็นร้อยละ

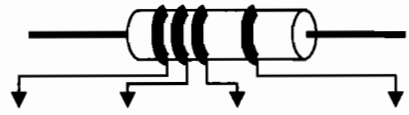
สีต่างๆ ที่ใช้บอกค่าความต้านทานแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.1 ความหมายของแถบสีบนตัวต้านทาน



แถบสีที่	แทนเลข	แทนเลข	คูณด้วย	ความคลาดเคลื่อน
ดำ	0	0	1	น้ำตาล = ±1 %
น้ำตาล	1	1	10^{1}	แดง = ±2 %
แดง	2	2	10^{2}	ทอง = ±5 %
ส้ม	3	3	10^{3}	เงิน = ±10 %
เหลือง	4	4	10^{4}	ไม่มีแถบสี = ±20 %
เขียว	5	5	10^{5}	
น้ำเงิน	6	6	10^{6}	
ม่วง	7	7	-	
เทา	8	8	-	
ขาว	9	9	-	
ทอง	-	-	10^{-1}	
เงิน	-	-	10^{-2}	

ตัวอย่าง จากรูปตัวต้านทานที่กำหนดให้ จงหาความต้านทานมีค่ากี่โอห์ม



เขียว ดำ ดำ ทอง

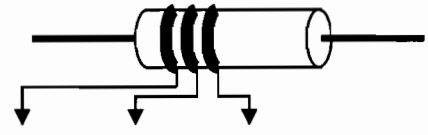
จากรูปแถบสีที่ 1, 2, 3, 4 คือ เขียว ดำ ดำ และ ทอง ตามลำดับ

จาก เขียว = 5, ดำ = 0, ทอง แถบที่ 4 = $\pm 5\%$

จะได้ ความต้านทาน = $50 \times 10^0 \pm 5\%$

$\therefore$ ความต้านทาน = $50 \pm 5\% = 50 \pm 2.5 = 47.5\ \Omega - 52.5\ \Omega$

ตอบ ความต้านทาน 47.5 โอห์ม ถึง 52.5 โอห์ม



แดง เขียว เหลือง

จากรูปแถบสีที่ 1, 2, 3, 4 คือ แดง เขียว เหลือง ตามลำดับ

จาก แดง = 2, เขียว = 5, เหลือง = 4

แถบที่ 4 ไม่มี แสดงว่าคลาดเคลื่อน = $\pm$ 20 %

จะได้ ความต้านทาน = $25 \times 10^4 \pm 20\%$

$\therefore$ ความต้านทาน = $250{,}000 \pm 20\%$

= $250{,}000 \pm 50{,}000\ \Omega$

= 200,000 Ω ถึง 300,000 Ω

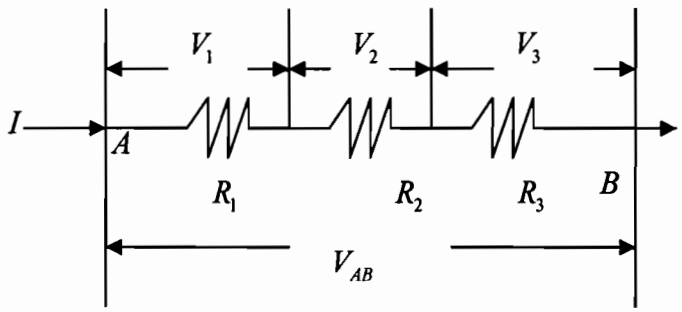
ตอบ ความต้านทาน 200,000 โอห์ม ถึง 300,000 โอห์ม

2) ตัวต้านทานแปรค่า เป็นตัวต้านทานที่สามารถปรับค่าความต้านทานมาก น้อยได้ เพื่อประโยชน์ใช้ในการควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวต้านทานแปรค่า คือ หรือ ตัวต้านทานแปรค่าที่ใช้กันทั่วไปประกอบด้วยแถบความต้านทาน ซึ่งอาจทำด้วยแกรไฟต์หรือลวดพันต่อกับขา 1 และ 3 และหน้าสัมผัสต่อกับขา 2 ดังภาพที่ 2.5 การปรับเปลี่ยนความต้านทานทำได้โดยการเลื่อนหน้าสัมผัสไปบนแถบความต้านทาน

ภาพที่ 2.5 ตัวต้านทานแปรค่า

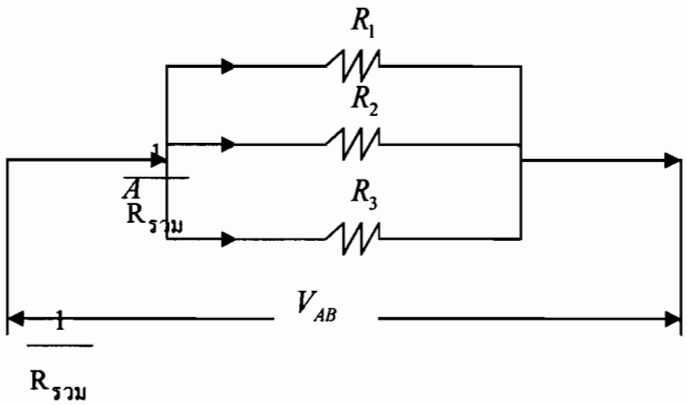
2.4.4.2 การต่อตัวต้านทาน คือการนำตัวต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อรวมเป็นกลุ่มเดียวกันอยู่ระหว่างจุดสองจุด ให้ได้ความต้านทานตามต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อๆ ไป วิธีการต่อตัวต้านทานมี 2 แบบใหญ่ๆ คือ

1) การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม (series) เป็นการนำตัวต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อเรียงกันดังรูป



$$R_{\text{รวม}} = R_1 + R_2 + R_3$$

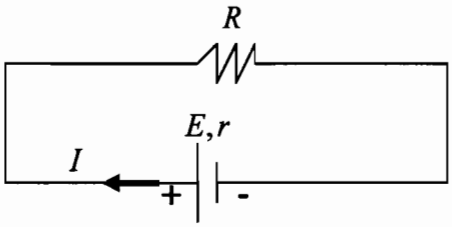
2) การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parallel) เป็นการต่อที่นำตัวต้านทานหลายๆตัวมาต่อรวมกันเป็นกลุ่มเดียว โดยใช้ปลายหนึ่งของตัวต้านทานทุกตัวไปต่อรวมกันไว้ที่จุดหนึ่ง และใช้อีกปลายหนึ่งของตัวต้านทานทุกตัวไปต่อรวมกันไว้ที่อีกจุดหนึ่งดังรูป



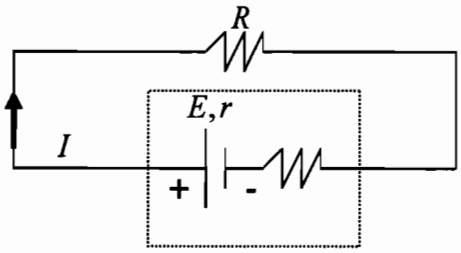
$$\frac{1}{R_{รวม}} = \frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$$

2.4.5 แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive force "e.m.f") " E "

หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด (เซลล์ไฟฟ้า) ที่กระทำต่อประจุ +1 คูลอมบ์ให้เคลื่อนครบวงจรพอดี (จากขั้นบวกไปยังขั้วลบผ่านตัวต้านทาน (R) ภายนอกเซลล์ และจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ผ่านเซลล์ไฟฟ้าภายใน) มีหน่วยเป็นจูลต่อคูลอมบ์ หรือ โวลต์



ภาพที่ 2.6 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย



ภาพที่ 2.7 วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายซึ่งแสดงความต้านทานภายในเซลล์

จากภาพที่ 2.7 เมื่อ R คือ ความต้านทานภายนอกที่ต่อกับเซลล์ไฟฟ้า

r คือ ความต้านทานภายในของเซลล์เซลล์ไฟฟ้า

E คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทาน (R) และเซลล์ไฟฟ้า (E) ซึ่งมีความต้านทานภายใน (r) ย่อมเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าดังนี้

2.4.5.1 ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ (V_R) หมายถึง พลังงานที่กระทำต่อประจุ +1 คูลอมบ์ให้เคลื่อนจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของเซลล์ โดยผ่านตัวต้านทานภายนอกเซลล์ (R) มีหน่วยเป็น จูล/คูลอมบ์ หรือ โวลต์

2.4.5.2 ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์ (V_r) หมายถึง พลังงานที่กระทำต่อประจุ +1 คูลอมบ์ให้เคลื่อนจากขั้วลบไปยังขั้วบวกของเซลล์ โดยผ่านตัวต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้า (r) มีหน่วยเป็น จูล/คูลอมบ์ หรือ โวลต์

2.4.6 การหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วเซลล์ ความต้านทานภายในและภายนอกเซลล์

จากหลักทรงพลังงาน

พลังงานทั้งหมดที่เคลื่อนครบวงจรพอดี = พลังงานเคลื่อนประจุภายนอกเซลล์ + พลังงานเคลื่อนประจุภายนอกเซลล์

$$qE = qV_R + qV_r$$

จะได้ $E = V_R + V_r$ (เมื่อ $V = IR$)

$$E = IR + Ir$$

$$E = I(R + r)$$

ได้ว่า $$I = \frac{E}{R+r}$$

เราสามารถบอกได้ว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ (V_R) ก็คือความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ เพราะคิดจากขั้วบวกถึงขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า เราสามารถหาค่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ได้ดังนี้

จาก $E = V_R + V_r$ (เมื่อ $V = IR$)

$$E = V_R + Ir$$

จะได้ $E - Ir = v_R$

หรือ $V_R = E - Ir$

หรือ $V_R = IR$

2.4.6.1 การแก้ปัญหาจากโจทย์ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ ความต้านทานภายในและภายนอกเซลล์

จะได้ $$I = \frac{E}{R+r}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ ก็คือความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ (V_R) เพราะคิดจากขั้วบวกถึงขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า เราสามารถหาค่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ได้

จาก $V_R = E+Ir$

หรือ $V_R = IR$

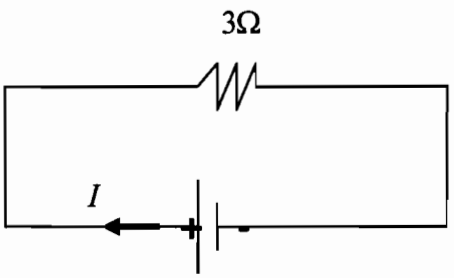
ตัวอย่างที่ 1 เซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่ง มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์ ความต้านทานภายใน 2 โอห์ม ต่อเป็นวงจรด้วยลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 3 โอห์ม จงหา

ก. กระแสไฟฟ้าในวงจร

ข. ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์

ค. ความต่างศักย์ภายในเซลล์

วิธีทำ สิ่งที่เราทราบค่าคือ $E = 2\text{V}, r = 2\Omega, R = 3\Omega$



ก. จาก $$I = \frac{E}{R+r}$$

$$= \frac{2}{3+2}$$

$\therefore$ $I = 0.4$ A

ข. จาก $V_R = E+Ir$

$V_R = 2-(0.4)(2)$

$V_R = 1.2$ V

หรือ $V_R = IR$

$V_R = (0.4)(3)$

$V_R = 1.2$ V

ค. จาก $V_r = Ir$

$V_r = (0.4)(2)$

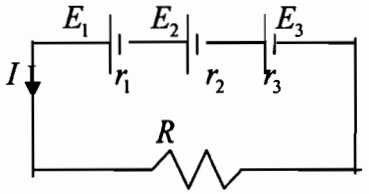
$V_r = 0.8$ V

2.4.6.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้า

คือ การนำเอาเซลล์ไฟฟ้ามากกว่า 1 เซลล์มาต่อร่วมกัน เพื่อให้ได้ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้าตามต้องการ ดังนี้

1) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม คือการนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเรียงเป็นเส้นเดียวกัน ได้ 2 แบบ

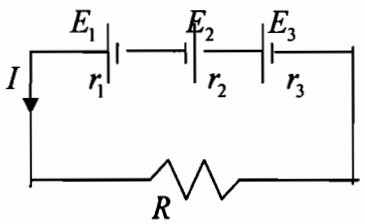
- ต่อแบบตามกัน คือ การต่อเซลล์ในลักษณะเสริมกัน โดยกระแสไฟฟ้าไปทางเดียวกัน



$$E_{รวม} = E_1 + E_2 + E_3$$

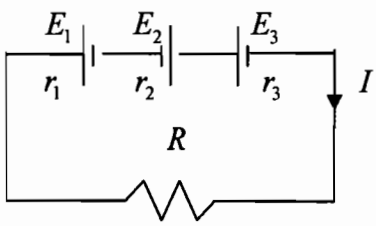
$$r_{รวม} = r_1 + r_2 + r_3$$

- ต่อแบบขัดกัน คือ การต่อเซลล์ไฟฟ้าในลักษณะหักล้างกัน โดยกระแสไฟฟ้าสวนทางกัน



$$E_{รวม} = E_1 + E_3 - E_2$$

$$r_{รวม} = r_1 + r_2 + r_3$$



$$E_{รวม} = E_2 - (E_1 + E_3)$$

$$r_{รวม} = r_1 + r_2 + r_3$$

หมายเหตุ สังเกตทิศของเซลล์ไฟฟ้า ถ้าทิศเดียวกันบวกกัน ถ้าทิศตรงข้ามลบกัน

กระแสไฟฟ้าในวงจร (I) หาได้จาก $I = \dfrac{E_{รวม}}{R + r_{รวม}}$

หรือ $$I = \frac{E}{R+r}$$

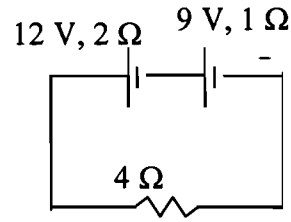
เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้าในวงจร มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

E คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมในวงจร มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R คือ ความต้านทานภายนอกเซลล์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

r คือ ความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้ารวมในวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

ตัวอย่าง วงจรดังรูป จงหากระแสไฟฟ้า



วิธีทำ จากสมการ $$I = \frac{E}{R+r}$$

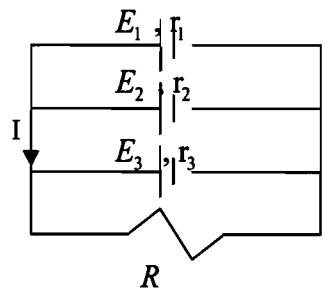
$$I = \frac{12+9}{4+2+1}$$

$$I = \frac{21}{7} = 3\ \Omega$$

ตอบ ดังนั้นกระแสไหลในวงจรเท่ากับ 3 แอมแปร์

2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน คือการต่อเซลล์ไฟฟ้าให้ขั้วชนิดเดียวกันเข้าด้วยกัน

เมื่อ เซลล์ไฟฟ้ามีขนาดเท่ากัน



$$E_{รวม} = E_1 = E_2 = E_3$$

$$\frac{1}{r_{รวม}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

เมื่อ ความต้านทานภายในเท่ากัน

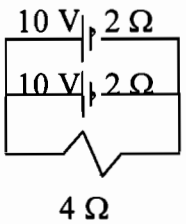
$$r_{รวม} = \frac{r}{n}$$

หมายเหตุ แรงเคลื่อนไฟฟ้าลัพธ์ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเพียงเซลล์เดียวเท่านั้น

กระแสไฟฟ้าในวงจร (I) หาได้จาก $I = \dfrac{E_{รวม}}{R + r_{รวม}}$

หรือ $I = \dfrac{E}{R + \frac{r}{n}}$

ตัวอย่าง จากวงจร จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 4 โอห์ม



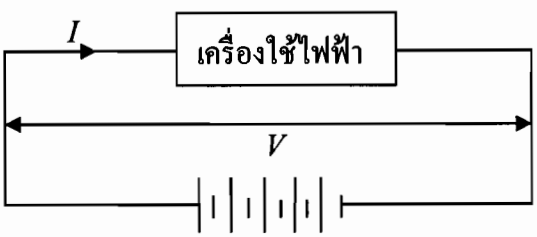
วิธีทำ $E = 10\ \text{V}, r = 2\ \Omega$

จากสมการ $I = \dfrac{E}{R + \frac{r}{n}}$

$$I = \frac{10}{4 + \frac{2}{2}}$$

$$= 2 \quad \text{A}$$

2.4.7 พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พิจารณาวงจรไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

กำหนดให้ I แทนกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา t มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

Q แทนประจุไฟฟ้าที่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

V แทนความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของเครื่องใช้ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

W แทนพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไป มีหน่วยเป็นจูล (J)

และ P แทนกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (W)

หาประจุไฟฟ้าที่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้

$$Q = It \qquad \text{.....(1)}$$

หาพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปได้ดังนี้

$$W = QV \qquad \text{.....(2)}$$

นำ (1) แทนใน (2) จะได้ $W = ItV$

จากกฎของโอห์ม $V = IR$ และ $I = \frac{V}{R}$ จะได้

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

สรุปได้ว่า สูตรของพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไป

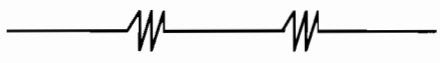
$$W = QV = ItV = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$$

กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่ถูกเปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

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

ตัวอย่าง ถ้านำตัวต้านทานขนาด 100 โอห์ม ทนไฟได้ 4 วัตต์ ตัวหนึ่งไปต่ออนุกรมกับตัวต้านทานอีกตัวหนึ่งขนาด 500 โอห์ม ทนไฟได้ 5 วัตต์ ตัวต้านทานที่ต่อกันแล้วนี้จะทนกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดกี่วัตต์

วิธีทำ เขียนรูปจากโจทย์ ดังนี้



100Ω , 4W 500Ω , 5W

พิจารณาตัวต้านทาน 100 โอห์ม ทนไฟได้ 4 วัตต์ เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ตัวต้านทานจะทนได้ ดังนี้

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

จะได้ $P = I^2R$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$I = \sqrt{\frac{4}{100}}$$

$$I = \frac{2}{10}$$

แสดงว่า $I = 0.2$ แอมแปร์

2.4.8 การคิดค่าไฟฟ้า การคิดค่าไฟฟ้าจะคิดตาม " พลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง" แต่ทั่วไปมักเรียกว่า "หน่วย หรือ ยูนิต (Unit)"

1 หน่วย = กิโลวัตต์.ชั่วโมง

เราสามารถหาพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปได้ดังนี้

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x เวลาที่ใช้(ชั่วโมง)

W (หน่วย) = P (กิโลวัตต์) x t (ชั่วโมง)

ตัวอย่าง นักศึกษาคนหนึ่งใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในหอพักในช่วง 10 วัน ดังนี้ หม้อหุงข้าวขนาด 660 W 220 V วันละ 1 ชั่วโมง พัดลมขนาด 0.5 A 220 V วันละ 4 ชั่วโมง ถ้าเจ้าของหอพักเก็บค่าไฟฟ้ายูนิตละ 2 บาท นักศึกษาคนนั้นจะต้องเสียค่าไฟฟ้าในช่วง 10 วัน นั้นเป็นเงินเท่าไร

วิธีทำ จากสูตร W (หน่วย) = P (กิโลวัตต์) x t (ชั่วโมง)

(1) พิจารณาจากการใช้หม้อหุงข้าวดังนี้

$$W_1 = [\frac{660}{1,000} \text{กิโลวัตต์}] \text{ x } (1 \text{ x } 10 \text{ ชั่วโมง})$$

W_1 = 6.6 กิโลวัตต์.ชั่วโมง หรือ W_1 = 6.6 ยูนิต

แสดงว่า คิดเป็นเงินเท่ากับ 6.6 (2) = 13.2 บาท

(2) พิจารณาจากการใช้พัดลมดังนี้

$$W_2 = [\frac{220 \text{ x } 0.5}{1,000} \text{กิโลวัตต์}] \text{ x } (4 \text{ x } 10 \text{ ชั่วโมง})$$

W_2 = 4.4 กิโลวัตต์.ชั่วโมง หรือ W_2 = 4.4 ยูนิต

แสดงว่า คิดเป็นเงินเท่ากับ 4.4 (2) = 8.8 บาท

ดังนั้น นักศึกษาจะต้องเสียค่าไฟฟ้าในช่วง 10 วัน เป็นเงิน 13.2 + 8.8 = 22 บาท

แบบทดสอบเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อสอบ จากหนังสือที่มีเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ดังนี้ข้อ 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 (จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง, 2548) ข้อ 2, 6, 12, 15 (จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง, 2552) ข้อ 19, 20 (นิรันดร์ สุวรัตน์, 2550) และข้อ 11, 13, 14 (กวิยา เนาวประทิป, 2548) ผู้วิจัยได้รวบรวมและสร้างเป็นแบบทดสอบขึ้น จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบนี้เน้นการใช้ความคิดรวบยอดในแต่ละเรื่องมากกว่าการคำนวณ

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความคาดหวังและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียน โรงเรียนธารทองพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2557 ซึ่งมีจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 642 คน ประกอบไปด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 245 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 234 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 163 คน ครูจำนวน 67 คน ในส่วนของวิชาฟิสิกส์มีครูจำนวน 3 คน ถือว่าเป็นโรงเรียนขนาดกลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

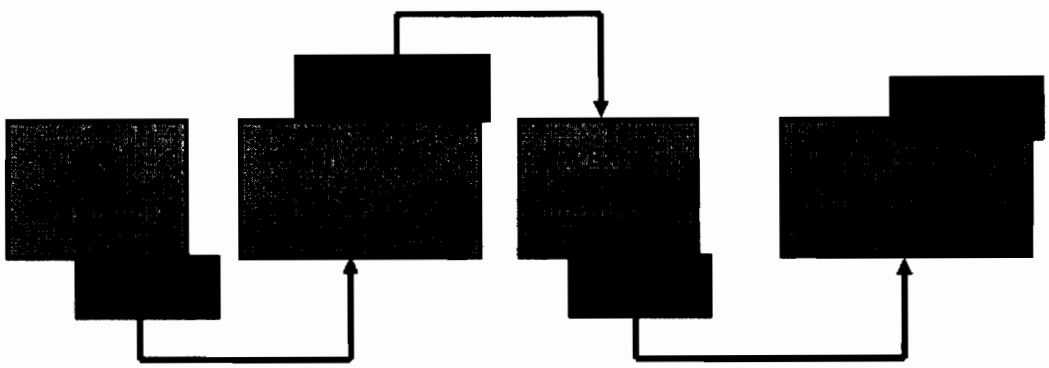
ผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจ MPEX ไปสำรวจความคาดหวังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย คิดเป็น ร้อยละ 20 ของนักเรียนแต่ละระดับชั้น คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 49 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 47 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 33 คน ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในสหรัฐอเมริกา

หลังจากนั้นได้เลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 163 คน 6 ห้องเรียน ด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลากเลือกห้องเรียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ประกอบไปด้วยนักเรียนชาย 8 คน และนักเรียนหญิง 24 คน รวม 32 คน

3.2 วิธีการ

การวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว (One Group Pretest-Posttest Design) เนื้อหาที่ทำการสอน คือ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งออกเป็น จำนวน 5 ชุด ชุดละ 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ

ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities) ความรู้ (Constructivism) ทำการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ MPEX และ แบบทดสอบความคิดรวบยอดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลังจากนั้นผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ใช้สอนกับกลุ่มตัวอย่าง เมื่อสอนจบตามแผนที่วางไว้ ทำการทดสอบอีกครั้งด้วยเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลชุดเดิมเพื่อดูผลหลังการสอน



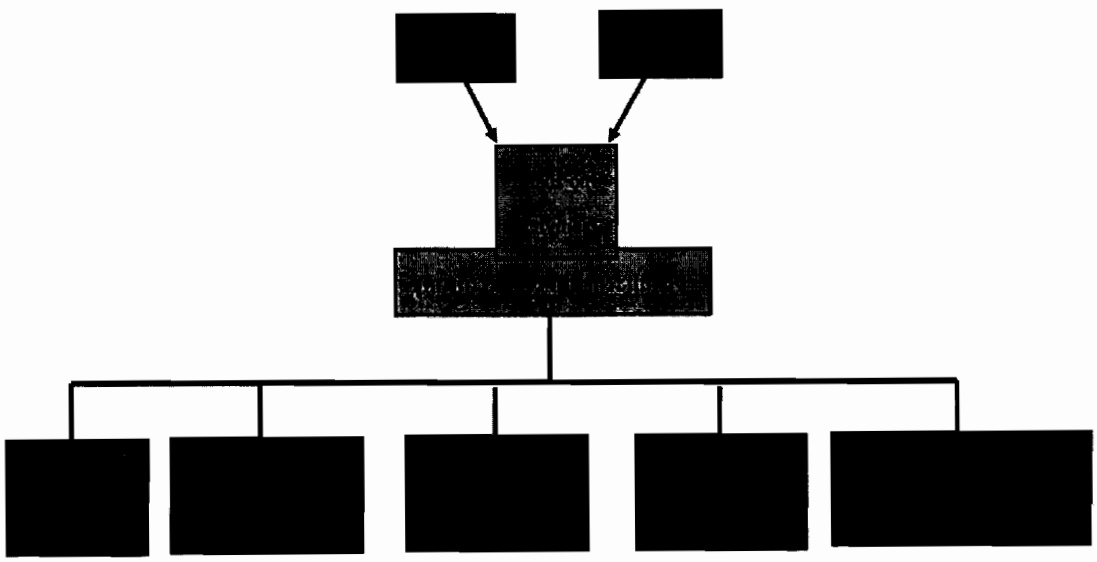
ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนในการทำวิจัย

การวิเคราะห์ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ MPEX แบบสำรวจมีทั้งหมด 34 ข้อ แสดงความเห็น 5 ระดับตั้งแต่ไม่เห็นด้วยมากที่สุดจนถึงเห็นด้วยมากที่สุด ความคาดหวังของผู้เรียนที่สำรวจแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ 2) ด้านโครงสร้างความรู้ 3) ด้านเนื้อหาความรู้ 4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง 5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ และ 6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์โดยนำผลการทำแบบสำรวจก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบโดยใช้ ใช้สถิติ t-test แบบ dependent และวิเคราะห์ระดับการพัฒนาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ Normalized Gain <g>

การวิเคราะห์ความเข้าใจ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบ 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบนี้เน้นการใช้ความคิดรวบยอดในแต่ละเรื่องมากกว่าการคำนวณ เมื่อทำการทดสอบก่อนเรียน แล้วสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อสอนจบตามแผนที่วางไว้ นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบโดยใช้ ใช้สถิติ t-test แบบ dependent และวิเคราะห์ระดับการพัฒนาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ Normalized Gain <g>

3.3 การลงมือปฏิบัติ (Hands-on activities)

หลักสูตรฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กำหนดให้นักเรียนเรียนเนื้อหาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง จากการที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ได้ออกแบบชุดกิจกรรมวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ออกเป็น 5 ชุด คือ 1) กฎของโอห์ม 2) การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม 3) การต่อตัวต้านทานแบบขนาน 4) แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า และ 5) การนำความรู้เรื่องกฎของโอห์มไปประยุกต์ใช้ แต่ละชุดใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง ชุดกิจกรรมผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

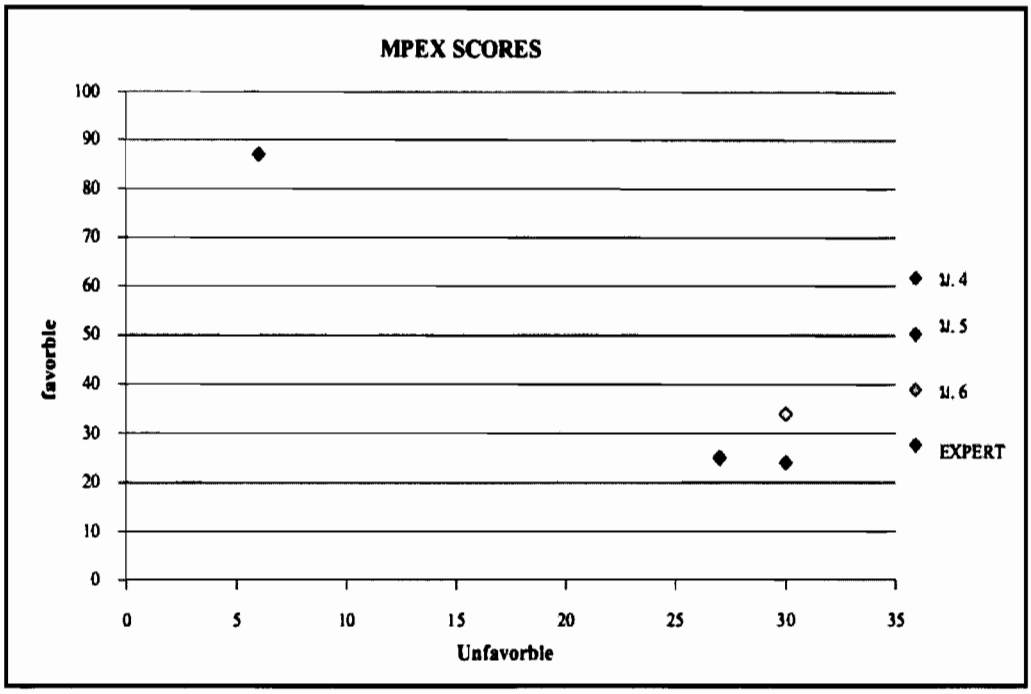


ภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงเนื้อหาเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

กลยุทธ์การเรียนการสอนชุดกิจกรรมวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้ร่วมกับการสาธิตหรือการทดลอง ขั้นแรกครูสาธิตการต่อวงจรไฟฟ้าให้นักเรียนดู หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยการเตรียมอุปกรณ์ และต่อวงจรตามคู่มือการทดลอง พร้อมทั้งวัดค่าต่างๆ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ครูแจกให้ หลังจากนั้นก็ร่วมกันสรุปและอภิปรายผล ส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน หลังจากนั้นก็ร่วมกันอภิปรายผลร่วมกับครู แล้วร่วมกันทำงานในใบงานและ แบบฝึกทักษะที่ครูเตรียมให้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

โรงเรียนธารทองพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2557 มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งหมด 642 คน ประกอบไปด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 245 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 234 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนนวน 163 คน ครูจำนวน 67 คน ในส่วนของวิชาฟิสิกส์มีครูจำนวน 3 คน ซึ่งถือว่าเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ จากการนำแบบสำรวจ MPEX ที่แสดงความเห็น 5 ระดับตั้งแต่ไม่เห็นด้วยมากที่สุดจนถึงเห็นด้วยมากที่สุด ความคาดหวังของผู้เรียนที่สำรวจแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ 2) ด้านโครงสร้างความรู้ 3) ด้านเนื้อหาความรู้ 4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง 5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ และ 6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ ไปสำรวจความคาดหวังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย คิดเป็น ร้อยละ 20 ของนักเรียนแต่ละระดับชั้น คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 49 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 47 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 33 คน ตามลำดับ ผลของความคาดหวังดังกล่าวเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในสหรัฐอเมริกาแสดงได้ดังกราฟ



ภาพที่ 4.1 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนโรงเรียนธารทองพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

จากภาพที่ 4.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 โรงเรียนธารทองพิทยาคม ประกอบด้วยความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) 25/27, 24/30 และ 34/30 ตามลำดับ จะเห็นว่าระดับความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่แตกต่างกันทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 แสดงว่านักเรียนที่ยังไม่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์ (ม.4) นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 2 เทอม (ม.5) และนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 4 เทอม (ม.6) มีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในสหรัฐอเมริกาแล้วพบว่านักเรียนมีความคาดหวังที่แตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างมาก ซึ่งอาจส่งผลต่อความเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน เนื่องจาก ความคาดหวัง ในที่นี้มีความหมายครอบคลุมถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์และการสร้างความรู้ทางฟิสิกส์ มุมมองเกี่ยวกับฟิสิกส์ และสิ่งที่นักเรียนคาดหวังว่าจะเกิดขึ้นในการเรียนฟิสิกส์

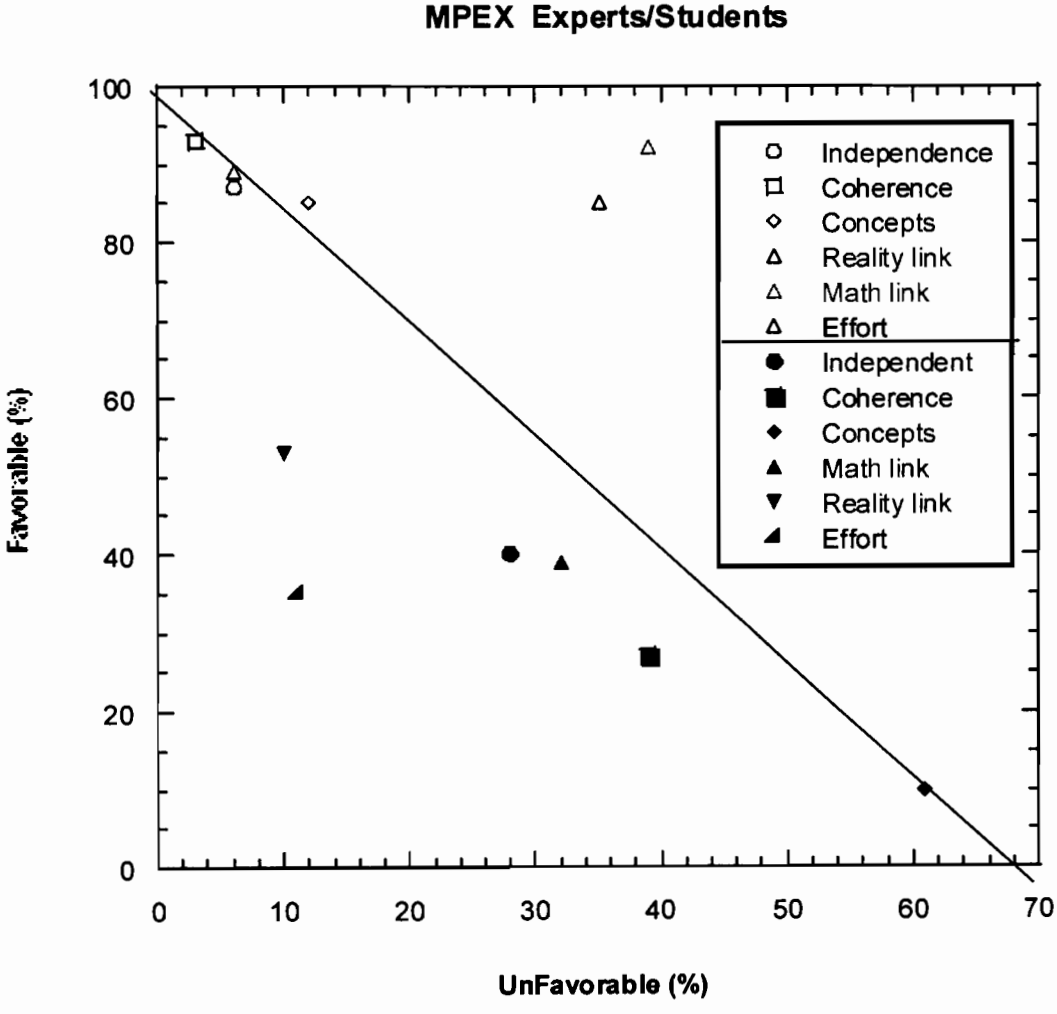
จากข้อมูลเบื้องต้น นักเรียนมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์เมื่อเทียบกับผู้เชี่ยวชาญแล้วถือว่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนเรียนธารทองพิทยาคม 32 คน ประกอบไปด้วย นักเรียนชาย 8 คน และนักเรียนหญิง 24 คน เลือกมาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับดี คือ เป็นห้องที่เด็กเก่ง (การแบ่งห้องจากผลการสอบคัดนักเรียนและเข้าเรียนใน

โรงเรียนธารทองพิทยาคม) เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย คือ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความคาดหวัง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (MPEX)

เมื่อนำแบบสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 34 ข้อ ไปสำรวจกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 32 คน และแบ่งกลุ่มความคาดหวังเป็น 6 กลุ่ม เปรียบเทียบกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในสหรัฐอเมริกา ได้ผลดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 32 คน และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในสาขาวิชาฟิสิกส์ของสหรัฐอเมริกา

ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนกับผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ Reality Link, Independence, Math Link, Effort, Coherence, และ Concepts ส่วนความเห็นที่แตกต่างจากความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ Concepts, Coherence, Math Link, Independence, Effort และ Reality Link ตามลำดับ

เมื่อให้นักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง และแยกพิจารณาความคาดหวังก่อนเรียนและหลังเรียนออกเป็นกลุ่ม พบว่าร้อยละนักเรียนที่มีความคาดหวังตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ร้อยละความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ร้อยละความคาดหวัง ที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนและหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

	Overall	ด้านกระบวนการเรียนรู้	ด้านโครงสร้างความรู้	ด้านเนื้อหาความรู้	ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง	ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง	ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจฟิสิกส์
Pre-test	36/29	40/28	27/39	10/61	53/10	39/32	35/11
Post-test	48/27	45/35	33/31	36/41	57/18	39/37	49/9

จากตารางที่ 4.1 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ก่อนและหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้นและมีความคิดเห็นไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญลดลง เมื่อแยกพิจารณาออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

(1) Independence เป็นการเรียนรู้โดยการได้รับข้อมูลจากการอ่านหนังสือหรือจากผู้รู้หรือเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างความเข้าใจด้วยตัวเอง นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน

40/28 หลังเรียน 45/35 แสดงว่าหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง นักเรียนเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น ชุดการเรียนนี้ช่วยให้นักเรียนคาดหวังว่าเกรดวิชานี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการจำเนื้อหาเท่านั้น นักเรียนสามารถเรียนฟิสิกส์ได้จากชีวิตประจำวัน ไม่เพียงแต่ศึกษาในห้องเรียนหรือในหนังสือเท่านั้น ส่วนนักเรียนที่มีความเห็นไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญยังคงเพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนโรงเรียนธารทองพิทยาคมส่วนใหญ่ไม่ชอบที่จะศึกษาความรู้ด้วยตัวเอง และบางส่วนนิยมเรียนพิเศษเพื่อจำสมการที่จำเป็นหรือสูตรลัดนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาสอบเท่านั้น

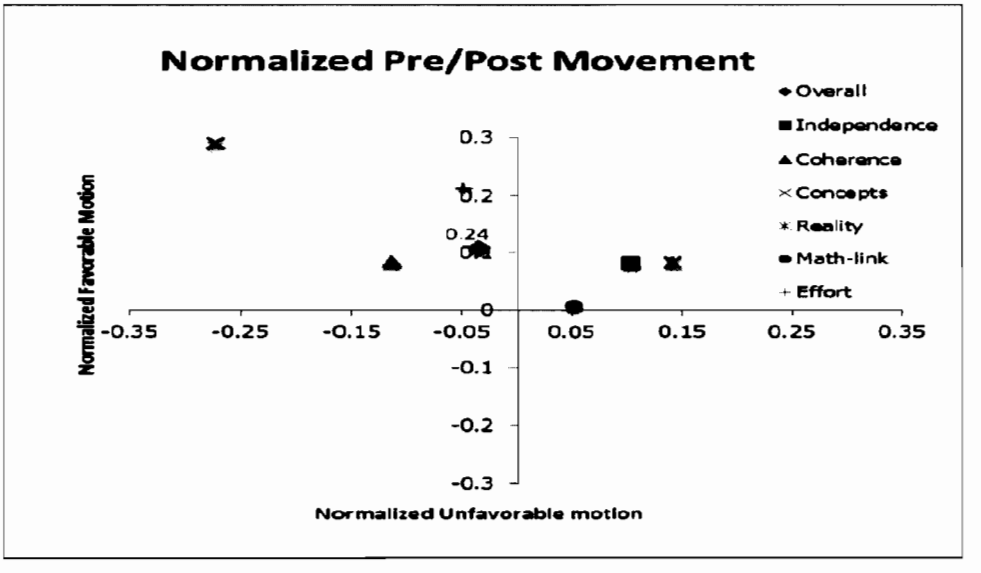
(2) Coherence เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับ โครงสร้างของความรู้ทางฟิสิกส์ หลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องต่างๆ เช่น แสงและเสียง เป็นต้น ว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันหรือเป็นสิ่งที่ไม่ขึ้นต่อกัน นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 27/39 หลังเรียน 33/31 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ทำให้นักเรียนเข้าใจตรงกับผู้เชี่ยวชาญในด้านโครงสร้างของการเรียนมากขึ้น นักเรียนคาดหวังที่จะเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ได้ในทุกสถานการณ์ สามารถใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มาจากการแก้โจทย์ปัญหา

(3) Concepts เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ ว่าเป็นเรื่องของสูตรหรือหลักการที่ซ่อนอยู่ภายในสูตร นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 10/61 หลังเรียน 36/41 แสดงว่าก่อนเรียนนักเรียนเข้าใจไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาความรู้ แต่พอนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น เมื่อนักเรียนจะแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ในข้อสอบหรือการบ้าน นักเรียนจะนึกถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนักเรียนเข้าใจว่าการแก้ปัญหาโจทย์ไม่ใช่แค่การแทนค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ตัวเลขออกมา โดยอาศัยแค่ความสามารถในการนึกทบทวนสิ่งที่ได้อ่านหรือได้เห็น

(4) Reality Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริงนักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 53/10 หลังเรียน 57/18 แสดงว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญ และหลังเรียนมีจำนวนนักเรียนมีความเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับการนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เข้ากับหัวข้อฟิสิกส์ที่กำลังเรียนอยู่ นักเรียนจึงมีความเข้าในด้านนี้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากขึ้น

(5) Math Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ว่าคณิตศาสตร์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือคณิตศาสตร์ถูกใช้เพื่ออธิบายปรากฏการทางฟิสิกส์ นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 39/32 หลังเรียน 39/37 แสดงว่า นักเรียนมีความเห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญเท่าเดิมและนักเรียนที่เห็นไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญก็เพิ่มขึ้นในด้านการด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ สาเหตุเนื่องจากนักเรียนมุ่งเน้นทำโจทย์ปัญหาที่เป็นคำนวณ เพื่อเตรียมตัวสอบเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา ไม่คาดหวังที่จะเข้าใจสมการอย่างลึกซึ้ง เพียงแต่ใช้สมการที่ได้มาเท่านั้น นักเรียนจะจำสมการที่จำเป็นหรือสูตรลัดเพื่อนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาสอบซึ่งไม่สามารถหาหรือพิสูจน์สมการนั้นได้เลย

(6) Effort เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจฟิสิกส์ว่านักเรียนคาดหวังที่จะคิดหรือพิจารณาอย่างละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำหรือผลลัพธ์ที่ได้กลับมาหรือไม่ นักเรียนมีความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable)/ความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) ก่อนเรียน 35/11 หลังเรียน 49/9 แสดงว่า จำนวนนักเรียนมีความเห็นไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ แสดงว่า เมื่อนักเรียนเรียนเสร็จแล้ว ผลการสอบไม่ได้นำทางหรือแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิชานี้ นักเรียนไม่กลับไปทบทวนหรือทำความเข้าใจจากความผิดพลาดที่นักเรียนทำในการบ้านและข้อสอบ สาเหตุเนื่องจากนักเรียนมีงานหรือการบ้านในวิชาต่างๆ มาก รวมทั้งเป็นตัวแทนกิจกรรมในด้านต่างๆ ของโรงเรียน เช่น นักกีฬา นักดนตรี เป็นต้น

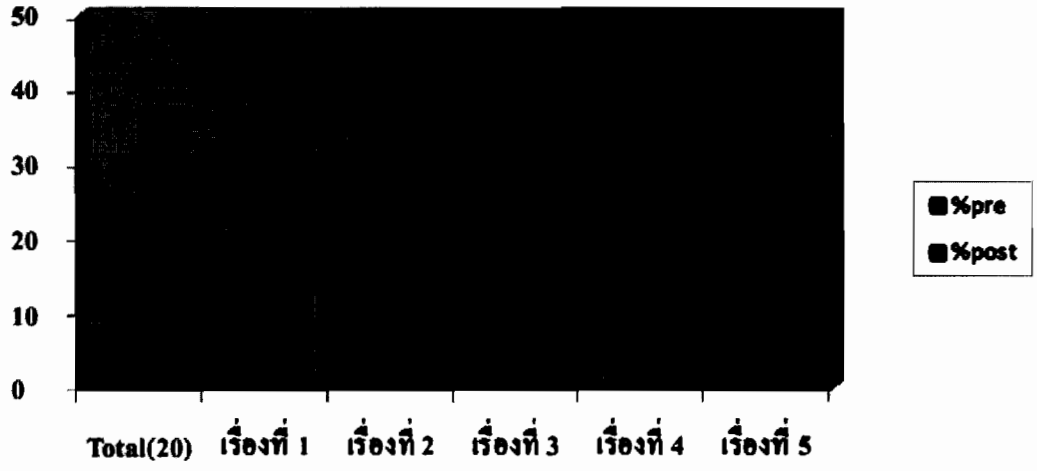


ภาพที่ 4.3 Normalized Pre/Post Movement ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 32 คน

เมื่อพิจารณาภาพที่ 4.3 จะเห็นว่า ค่า Normalized Gain <g> ที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้น (แกน Y) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ Concepts, Effort, Coherence และ ความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญที่ลดลงมากคือ Math Link, Independence และ Reality Link เมื่อพิจารณาความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (แกน X) พบว่ามีค่า Normalized Gain <g> ลดลงทุกกลุ่มความคาดหวัง แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนก็ยังมีพัฒนาการอยู่ในระดับต่ำคือ มี Normalized Gain <g> โดยรวมเท่ากับ 0.1

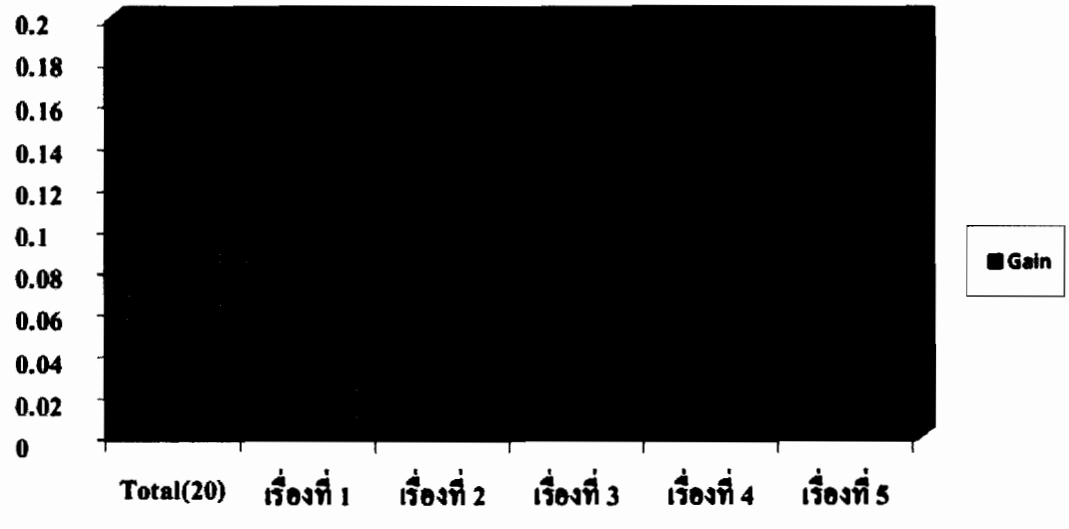
ตารางที่ 4.2 ร้อยละของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง

หัวข้อ	ร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน	ร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน	ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย
Total (20)	22.81	36.41	0.17
1. กฎของโอห์ม	36.46	47.92	0.18
2. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม	16.25	33.13	0.20
3. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม	30.21	35.42	0.07
4. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	19.76	33.85	0.17
5. การนำความรู้เรื่องกฎของโอห์มไปประยุกต์	23.96	25	0.01



ภาพที่ 4.4 ร้อยละของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง

จากภาพที่ 4.4 คะแนนก่อนเรียนของนักเรียนต่ำกว่า ร้อยละ 20 ในเรื่องการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม และเรื่องการนำความรู้ของกฎของโอห์มไปประยุกต์ใช้ เมื่อนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรม การเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง พบว่า นักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนทุกกลุ่ม โดยเฉพาะในเรื่อง กฎของโอห์ม กราฟของนักเรียนที่สอบได้คะแนนมากที่สุด เมื่อพิจารณา Normalized Gain ในแต่ละเรื่อง ได้ผลดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 Normalized Gain ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง

จากภาพที่ 4.5 นักเรียนมีพัฒนาการในทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง $0.3 \leq g < 0.7$ แสดงว่าชุดการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง สามารถทำให้นักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ กลุ่ม โดยเฉพาะในเรื่องการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติทดสอบที	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
ก่อนเรียน	32	4.56	2.33	4.51*	0.0001
หลังเรียน	32	7.28	2.23		

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 คะแนน ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จะได้ว่าเมื่อนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการลงมือปฏิบัติ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง และการเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนธารทองพิทยาคม สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.56 (SD = 2.33) คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 (SD = 2.23) คะแนนตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อเปรียบเทียบค่า t ที่ได้จากการคำนวณ คือ 4.51 $t_{วิกฤต}$ ที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 1.69 แสดงว่า $t_{คำนวณ} > t_{วิกฤต}$ จะได้ว่าเมื่อนักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.1.2 หลังจากที่นักเรียนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนเพิ่มขึ้นน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียนจึงถือว่าไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นระดับน้อยมาก โดยมีค่า <g> เท่ากับ 0.17 อาจสืบเนื่องมาจากโดยพื้นฐานของนักเรียนโรงเรียนธารทองพิทยาคม มีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์เมื่อเทียบกับผู้เชี่ยวชาญแล้วถือว่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งอาจส่งผลต่อความเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน กระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์ การสร้างความรู้ทางฟิสิกส์ มุมมองเกี่ยวกับฟิสิกส์ และสิ่งที่นักเรียนคาดหวังว่าจะเกิดขึ้นในการเรียนฟิสิกส์

เมื่อพิจารณาความคาดหวังของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ Concepts, Effort, Coherence และ ความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญที่ลดลงมากคือ Math Link , Independence และ Reality Link เมื่อพิจารณาความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่า Normalized Gain <g> ลดลงทุกกลุ่มความคาดหวัง

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ข้างต้น จะเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปปรับปรุงการเรียนการสอน รวมถึงแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนในเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง และยังสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้ชุด กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities) ช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงหลักการและทฤษฎีเข้ากับเหตุการณ์จริงได้

5.2 อภิปรายผล

จากงานวิจัยของอาจารย์ชัยยุทธ ศศิธร และอาจารย์ซังเซ็ง เลียงจินดาถาวร เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (Development of learning activity package and improve the achievement of DC circuit) โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) และการลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลาง และอ่อนหลังเรียน 26.04 (SD = 4.36) สูงกว่าก่อนเรียน 11.36 (SD = 3.30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากแบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ร่วมกับการลงมือปฏิบัติ อยู่ในระดับมาก

การวิจัย เรื่อง การสอนฟิสิกส์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นวิธีการที่ส่งเสริม ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็ จะเกิดความคิดและ คำถามที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าว จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุป และการศึกษาต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด (กรมวิชาการ, 2545) สามารถ บูรณาการเข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และนำไปใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6/1 โรงเรียนธารทองพิทยาคม จำนวน 32 คน ที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยโดยมี จุดประสงค์หลักของหน่วยการเรียนเพื่อเพิ่มความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความเข้าใจใน เนื้อหาสาระเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยผ่านการลงมือปฏิบัติ (Hands-on activities) มีน้ำหนัก ของสาระไปในเนื้อหาของวิชาฟิสิกส์ ที่ต้องการให้นักเรียนเห็นว่าวิชาฟิสิกส์นั้นมีความเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน อีกทั้งในส่วนของการจัดกิจกรรมมีการทดลอง และสาธิต ประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอน การลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activities) นักเรียนได้ลงมือ

ปฏิบัติจริง ทำการทดลองต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความคิดและคำถามที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าว จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุป และการศึกษาต่อไป ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (กรมวิชาการ, 2545) นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย เนื่องจากมีกิจกรรมกระตุ้นความสนใจของนักเรียน การให้นักเรียนได้ลงมือต่อวงจรไฟฟ้า และใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า และโวลต์มิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า นักเรียนให้ความสนใจ กระตือรือร้นต่อการลงมือทำกิจกรรม มีความอยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ นอกจากให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ยังฝึกให้นักเรียนได้มีกระบวนการการทำงานเป็นกลุ่ม รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนนักเรียน ส่งเสริมให้มีความกล้าแสดงออกใน การเสนอความคิดและอภิปรายอีกด้วยซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ถือเป็นชุดกิจกรรมที่นักเรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ปัญหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง คือ ปัญหา เรื่องเวลาที่มีผลกระทบทั้งตัวผู้สอนเองและกับนักเรียน โดยปัญหาที่พบได้แก่ จำนวนคาบเรียนของหน่วยการเรียนน้อยเกินไป โดยเฉพาะในส่วนของสาระวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีเนื้อหาค่อนข้างมาก และนักเรียนไม่ได้เรียนฟิสิกส์กับผู้ทำวิจัยเพียงคนเดียว เนื่องจากนักเรียนเรียนพิเศษจากสถาบันกวดวิชาต่างๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อผลความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงการเรียนการสอน

ด้านเนื้อหา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อเป็นการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ยิ่งขึ้น จึงยังต้องมีการปรับลดเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับเวลา หรือปรับขยายเวลาให้มีความเหมาะสมกับจำนวนเนื้อหา ยังต้องมีการปรับปรุงให้ภาษาชัดเจน เข้าใจง่ายมากขึ้น เพื่อเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์ที่เพิ่มขึ้น

ด้านความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนมีความคาดหวังที่แตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างมาก ซึ่งค่าความคาดหวังก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน หรือมีความคาดหวังเพิ่มขึ้นน้อยมาก โดยเฉพาะความคาดหวังในเรื่อง คณิตศาสตร์ อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนน้อยไป จึงไม่สามารถเพิ่มความคาดหวังได้ จึงควรเพิ่มระยะเวลาในการทำวิจัย หรืออาจเป็นเพราะครูผู้สอนเอง ดังนั้นควรเปรียบเทียบความคาดหวังของผู้เรียนและครูผู้สอนด้วย

ด้านแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พบว่า ข้อสอบค่อนข้างยาก และมีคำนวณเยอะ นักเรียนมีปัญหาพื้นฐานในด้านการใช้หลักคณิตศาสตร์ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบทำให้ต้องใช้เวลามากขึ้น แต่หลังจากนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงแล้วนั้น นักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงขึ้นแต่ไม่มาก ดังนั้น จึงควรมีการปรับลดแบบทดสอบที่เป็นคำนวณให้น้อยลง และเพิ่มแบบทดสอบที่เข้าใจทางด้านเนื้อหาให้มากขึ้น เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2545 (ก).

_____. แนวทางการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545 (ข).

กวิยา เนาวประทีป. เทคนิคการเรียนไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2548

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ. ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยรังสิต, 2551.

จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์ ม.6 เล่ม 1. วศ.บ.ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

_____. เฉลยข้อสอบ Entrance ฟิสิกส์ 15 พ.ศ.. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์, 2552.

นิรันดร์ สุวรัตน์. คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6 เล่ม 1 ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้า และแม่เหล็ก 1 และ2. กรุงเทพฯ : พ.ศ. พัฒนาจำกัด, 2550.

รุจิระ การิสุข. การพัฒนาการพัฒนาความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge : PCK). กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554.

อัมพร วจนะ, นฤมล เอมะรัตต์ และ เชิญโชค ศรขวัญ. การสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลม, 2548.

_____. การเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ระหว่างครูและนักเรียน. สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2550.

Donovan, M. Suzanne and Bransford, D. John. How Students Learn History in the classroom. America: The national academy of sciences, 2005.

Edward F. Redish, J. M. Wilson, and C. K. McDaniel. The CUPLE Project: A Hyper and Multi-Media Approach to Restructuring Physics Education. Cambridge: MIT Press, 1992.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Edward F. Redish, Jeffery M. Saul, and Richard N. "Student expectations in introductory physics", Steinberg, Am. J. Phys. 66(1): 212-224, 1998.

Fui Fong HO and Hong Kwen BOO. "Cooperative learning: Exploring its effectiveness in the Physics classroom", Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching. 8(2): 7, 2007.

Jacobsen, David A., Eggen, P., Kauchak, Donald. Methods for Teaching Promoting Student Learning, Pearson Education, Inc. U.S.A.: New Jersey, 2002.

Jane, B., Fleer, M., Gipps. "Changing Children's Views of Science and Scientists through School-based Teaching", Asia-Pacific Forum on Learning and Teaching. 8(1): 1, 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คะแนนและผลทางสถิตินักเรียน

ตารางที่ ก.1 ผลแบบสอบถาม MPEX ก่อนเรียน

ข้อ	Mean	Std. Dev.	Std Error	1	2	3	4	5	คะแนน	Mean	Std. Dev.	Std Error	1	0	-1
1	4.4	0.6	0.1	0	0	1	17	14		1.0	0.2	0.031	31	1	0
2	4.0	0.6	0.1	0	0	6	19	7		0.8	0.4	0.070	26	6	0
3	3.4	0.7	0.1	0	1	20	8	3		0.3	0.5	0.095	11	20	1
4	3.8	0.9	0.2	1	1	8	17	5		0.6	0.6	0.108	22	8	2
5	3.9	0.7	0.1	0	1	7	19	5		0.7	0.5	0.092	24	7	1
6	3.3	0.7	0.1	0	4	15	12	1		0.3	0.7	0.121	13	15	4
7	2.8	0.5	0.1	0	8	22	2	0		-0.2	0.5	0.095	2	22	8
8	2.4	0.8	0.1	3	16	11	2	0		-0.5	0.6	0.110	2	11	19
9	2.8	1.1	0.2	5	7	13	5	2		-0.2	0.8	0.136	7	13	12
10	2.8	0.9	0.2	3	8	13	8	0		-0.1	0.8	0.137	8	13	11
11	4.1	0.8	0.1	0	2	4	16	10		0.8	0.6	0.100	26	4	2
12	2.7	0.9	0.2	3	9	14	6	0		-0.2	0.7	0.130	6	14	12
13	2.2	0.7	0.1	5	15	12	0	0		-0.6	0.5	0.087	0	12	20
14	3.7	0.6	0.1	0	1	9	20	2		0.7	0.5	0.096	22	9	1
15	3.5	0.8	0.1	0	3	15	10	4		0.3	0.7	0.115	14	15	3
16	2.0	0.7	0.1	7	17	8	0	0		-0.8	0.4	0.078	0	8	24
17	2.2	1.0	0.2	9	12	8	3	0		-0.6	0.7	0.118	3	8	21
18	3.5	0.8	0.1	0	2	15	12	3		0.4	0.6	0.109	15	15	2
19	4.0	0.7	0.1	0	1	4	21	6		0.8	0.5	0.083	27	4	1
20	3.5	1.2	0.2	1	7	6	11	7		0.3	0.9	0.152	18	6	8
21	3.6	0.9	0.2	1	2	11	13	5		0.5	0.7	0.119	18	11	3
22	2.2	0.8	0.1	7	13	12	0	0		-0.6	0.5	0.087	0	12	20
23	4.0	0.7	0.1	0	0	7	18	7		0.8	0.4	0.074	25	7	0
24	2.6	1.1	0.2	7	6	14	4	1		-0.3	0.7	0.127	5	14	13
25	3.8	0.9	0.2	0	3	6	17	6		0.6	0.7	0.117	23	6	3
26	3.3	0.7	0.1	0	3	16	12	1		0.3	0.6	0.114	13	16	3
27	3.5	0.8	0.1	1	2	10	17	2		0.5	0.7	0.119	19	10	3
28	3.4	0.8	0.1	0	3	14	13	2		0.4	0.7	0.117	15	14	3
29	4.0	0.8	0.1	0	2	5	17	8		0.7	0.6	0.103	25	5	2
30	3.9	0.8	0.1	0	2	6	17	7		0.7	0.6	0.105	24	6	2
31	3.8	0.8	0.1	0	0	14	12	6		0.6	0.5	0.089	18	14	0
32	3.6	0.8	0.1	0	2	11	16	3		0.5	0.6	0.110	19	11	2
33	1.9	0.9	0.2	12	12	7	0	1		-0.7	0.5	0.092	1	7	24
34	3.3	0.8	0.1	1	2	17	10	2		0.3	0.6	0.112	12	17	3

ตารางที่ ก.2 ผลแบบสอบถาม MPEX หลังเรียน

ข้อ	Mean	Std. Dev.	Std Error	1	2	3	4	5	คะแนน	Mean	Std. Dev.	Std Error	1	0	-1
1	4.5	0.6	0.1	0	0	1	14	17		1.0	0.2	0.031	31	1	0
2	4.3	0.7	0.1	0	1	0	18	13		0.9	0.4	0.063	31	0	1
3	3.5	0.7	0.1	0	1	17	12	2		0.4	0.6	0.099	14	17	1
4	4.0	0.7	0.1	0	0	8	17	7		0.8	0.4	0.078	24	8	0
5	4.3	0.8	0.1	0	1	3	13	15		0.8	0.4	0.079	28	3	1
6	3.8	0.8	0.1	0	1	12	12	7		0.6	0.6	0.100	19	12	1
7	3.3	0.8	0.1	0	4	17	9	2		0.2	0.7	0.117	11	17	4
8	2.0	1.0	0.2	10	15	4	2	1		-0.7	0.6	0.114	3	4	25
9	3.4	1.0	0.2	1	6	8	14	3		0.3	0.8	0.145	17	8	7
10	3.0	1.0	0.2	3	6	11	11	1		0.1	0.8	0.145	12	11	9
11	3.7	1.0	0.2	1	1	11	12	7		0.5	0.6	0.110	19	11	2
12	2.0	0.8	0.1	9	13	10	0	0		-0.7	0.5	0.083	0	10	22
13	2.4	0.8	0.1	3	17	10	1	1		-0.6	0.6	0.109	2	10	20
14	4.0	0.7	0.1	0	0	7	18	7		0.8	0.4	0.074	25	7	0
15	3.7	0.8	0.1	0	2	11	14	5		0.5	0.6	0.110	19	11	2
16	2.1	0.8	0.1	7	15	9	1	0		-0.7	0.5	0.096	1	9	22
17	2.2	1.0	0.2	7	17	4	3	1		-0.6	0.7	0.125	4	4	24
18	3.8	0.8	0.1	0	0	13	12	7		0.6	0.5	0.088	19	13	0
19	2.8	1.0	0.2	4	9	10	9	0		-0.1	0.8	0.147	9	10	13
20	3.5	0.8	0.1	0	2	16	9	5		0.4	0.6	0.108	14	16	2
21	3.8	0.8	0.1	0	1	12	12	7		0.6	0.6	0.100	19	12	1
22	2.6	1.3	0.2	8	10	3	9	2		-0.2	0.9	0.166	11	3	18
23	2.1	0.8	0.1	8	14	10	0	0		-0.7	0.5	0.083	0	10	22
24	2.7	1.2	0.2	6	7	11	6	2		-0.2	0.8	0.143	8	11	13
25	4.1	0.7	0.1	0	1	3	21	7		0.8	0.4	0.079	28	3	1
26	4.5	0.5	0.1	0	0	0	17	15		1.0	0.0	0.000	32	0	0
27	3.7	0.8	0.1	0	3	7	18	4		0.6	0.7	0.118	22	7	3
28	3.6	0.9	0.2	1	0	15	11	5		0.5	0.6	0.100	16	15	1
29	3.2	0.8	0.1	0	7	14	10	1		0.1	0.8	0.133	11	14	7
30	4.3	0.6	0.1	0	0	3	18	11		0.9	0.3	0.052	29	3	0
31	3.9	0.8	0.1	0	1	9	15	7		0.7	0.5	0.096	22	9	1
32	3.7	0.8	0.1	0	1	13	12	6		0.5	0.6	0.100	18	13	1
33	2.2	1.0	0.2	9	12	9	1	1		-0.6	0.6	0.109	2	9	21
34	3.0	0.9	0.2	2	4	21	2	3		0.0	0.6	0.105	5	21	6

ตารางที่ ก.3 คะแนนสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test	คะแนนหลังเรียน Post-test	คะแนนผลต่าง D
1	2	9	7
2	7	4	-3
3	2	7	5
4	5	8	3
5	5	8	3
6	3	9	6
7	7	9	2
8	4	4	0
9	5	12	7
10	8	4	-4
11	5	5	0
12	2	11	9
13	7	5	-2
14	6	4	-2
15	2	10	8
16	3	5	2
17	8	7	-1
18	5	10	5
19	9	9	0
20	8	6	-2
21	6	7	1
22	2	7	5
23	6	7	1
24	0	5	5
25	5	11	6

ตารางที่ ก.3 คะแนนสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (ต่อ)

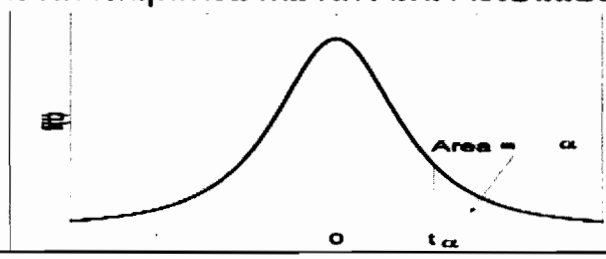
นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test	คะแนนหลังเรียน Post-test	คะแนนผลต่าง D
26	4	9	5
27	4	6	2
28	6	9	3
29	2	6	4
30	2	7	5
31	1	7	6
32	5	6	1

ตารางที่ ก.4 ร้อยละของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 เรื่อง

หัวข้อ	%pre-test	%post-test	<g>
Total (20)	22.81	36.41	0.17
1. กฎของโอห์ม	36.46	47.92	0.18
2. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม	16.25	33.13	0.20
3. การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม	30.21	35.42	0.07
4. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	19.76	33.85	0.17
5. การนำความรู้เรื่องกฎของโอห์มไปประยุกต์	23.96	25	0.01

ตารางที่ ก.5 ค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที

ตารางค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที



d.f.	α						
	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001	0.0005
1	3.0777	6.3138	12.7062	31.8205	63.6567	318.3088	636.6193
2	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248	22.3271	31.5991
3	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409	10.2145	12.9240
4	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041	7.1732	8.6103
5	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	5.8934	6.8688
6	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	5.2076	5.9588
7	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995	4.7853	5.4079
8	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	4.5008	5.0413
9	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	4.2968	4.7809
10	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693	4.1437	4.5869
11	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058	4.0247	4.4370
12	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545	3.9296	4.3178
13	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123	3.8520	4.2208
14	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768	3.7874	4.1405
15	1.3406	1.7531	2.1314	2.6025	2.9467	3.7328	4.0728
16	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208	3.6862	4.0150
17	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982	3.6458	3.9651
18	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784	3.6105	3.9216
19	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609	3.5794	3.8834
20	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453	3.5518	3.8495
21	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314	3.5272	3.8193
22	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188	3.5050	3.7921
23	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073	3.4850	3.7676
24	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969	3.4668	3.7454
25	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874	3.4502	3.7251
26	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787	3.4350	3.7066
27	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707	3.4210	3.6896
28	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633	3.4082	3.6739
29	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564	3.3962	3.6594
30	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500	3.3852	3.6460
40	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045	3.3069	3.5510
60	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603	3.2317	3.4602
120	1.2886	1.6577	1.9799	2.3578	2.6174	3.1595	3.3735
∞	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758	3.0902	3.2905

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

โรงเรียน.....

อายุ.....ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

แบบสำรวจนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวิจัย

โดยข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยหรือเผยแพร่

ข้าพเจ้า ☐ ยินยอม ☐ ไม่ยินยอม ให้นำข้อมูลในแบบสำรวจนี้ไปใช้ในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

<u>คำชี้แจง</u> : แบบสำรวจชุดนี้มี 34 ข้อ กรุณาวงกลมล้อมรอบระดับความคิดเห็นระหว่าง 1 ถึง 5 ที่ตรงตามความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์มากที่สุด

1 : ไม่เห็นด้วยที่สุด 2 : ไม่เห็นด้วย 3 : ปานกลาง 4 : เห็นด้วย 5 : เห็นด้วยที่สุด

1.	**ทุกสิ่งที่ข้าพเจ้าจำเป็นต้องทำเพื่อเข้าใจแนวคิดพื้นฐานทั้งหมดในวิชานี้ คือ การอ่านหนังสือเรียน ทำโจทย์ปัญหามากๆ และตั้งใจเรียนในห้อง**	**1 2 3 4 5**
2.	ทุกสิ่งที่ข้าพเจ้าเรียนรู้จากการหาที่มาของสมการหรือการพิสูจน์สูตรเพื่อที่ว่าสูตรที่ได้มาถูกต้อง และสามารถนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้	**1 2 3 4 5**
3.	**ข้าพเจ้าอ่านทบทวนสมุดจดบันทึกอย่างละเอียดเพื่อเตรียมตัวสอบวิชานี้**	**1 2 3 4 5**
4.	การแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ คือ การจับปัญหานั้นเข้ากับข้อเท็จจริง หรือสมการ จากนั้นแทนค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ตัวเลขออกมา	**1 2 3 4 5**
5.	**การเรียนฟิสิกส์ทำให้ข้าพเจ้าเปลี่ยนความคิดบางอย่างเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัว ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น**	**1 2 3 4 5**
6.	ข้าพเจ้าให้เวลากับการทำความเข้าใจ การพิสูจน์ต่างๆ ทั้งในห้องเรียนและในหนังสือ	**1 2 3 4 5**
7.	**ข้าพเจ้าอ่านหนังสืออย่างละเอียดและฝึกทำตัวอย่างในหนังสือจำนวนมาก**	**1 2 3 4 5**
8.	ในวิชานี้ ข้าพเจ้าไม่คาดหวังที่จะเข้าใจสมการอย่างลึกซึ้ง เพียงแต่ใช้สมการที่ได้มาเท่านั้น	**1 2 3 4 5**
9.	**วิธีที่ดีที่สุดในการเรียนฟิสิกส์สำหรับข้าพเจ้า คือ การแก้โจทย์ปัญหาให้ได้จำนวนมาก ซึ่งดีกว่าการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดแต่ได้จำนวนน้อย**	**1 2 3 4 5**
10.	กฎทางฟิสิกส์มีความสัมพันธ์เล็กน้อยกับสิ่งที่ข้าพเจ้าประสบพบมาในชีวิตจริง	**1 2 3 4 5**
11.	**ข้าพเจ้าจำเป็นต้องเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นอย่างดี เพื่อที่จะประสบความสำเร็จในอาชีพ การได้เกรดที่ดีอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ**	**1 2 3 4 5**

12.	ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ประกอบด้วยความรู้ย่อยหลายๆ เรื่อง ซึ่งความรู้แต่ละเรื่องนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เฉพาะหนึ่งเรื่องเท่านั้น	1 2 3 4 5
13.	เกรดของข้าพเจ้าในวิชานี้ ขึ้นกับความสามารถในการจำเนื้อหาเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งหรือสร้างสรรค์เท่าใดนัก	1 2 3 4 5
14.	การเรียนฟิสิกส์ คือ การได้รับความรู้จาก กฎ หลักการ และสมการซึ่งได้จากห้องเรียนและในหนังสือ	1 2 3 4 5
15.	ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ถ้าผลการคำนวณแตกต่างจากที่คาดไว้ ข้าพเจ้าก็จะเชื่อในสิ่งที่ได้จากการคำนวณ	1 2 3 4 5
16.	การพิสูจน์ที่มาหรือพิสูจน์สมการในห้องเรียนหรือในหนังสือ ไม่ค่อยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาหรือทักษะที่ข้าพเจ้าจำเป็นต้องมีเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชานี้	1 2 3 4 5
17.	คนที่มีสมบัติพิเศษเพียงไม่กี่คนเท่านั้น ที่จะสามารถเข้าใจฟิสิกส์ได้อย่างแท้จริง	1 2 3 4 5
18.	เพื่อเข้าใจวิชาฟิสิกส์ บางครั้งข้าพเจ้าเชื่อมโยงประสบการณ์เข้ากับหัวข้อฟิสิกส์ที่กำลังเรียนอยู่	1 2 3 4 5
19.	สิ่งสำคัญที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ หาสมการที่ถูกต้องมาใช้ในการแก้ปัญหา	1 2 3 4 5
20.	ถ้าข้าพเจ้าจำสมการที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาสอบไม่ได้ ข้าพเจ้าไม่สามารถหาหรือพิสูจน์สมการนั้นได้เลย	1 2 3 4 5
21.	ถ้าข้าพเจ้ามี 2 วิธี ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อเดียว และแต่ละวิธีให้คำตอบที่แตกต่างกัน ข้าพเจ้าจะไม่กังวลใจกับสิ่งเหล่านั้น แต่จะเลือกคำตอบที่ดูเหมาะสมที่สุด	1 2 3 4 5
22.	ฟิสิกส์เป็นวิชาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง บางครั้งถ้าคิดถึงความสัมพันธ์นี้ได้ก็จะช่วยให้เข้าใจเนื้อหา แต่ไม่จำเป็นสำหรับข้าพเจ้าที่จะต้องทำในการเรียนวิชานี้	1 2 3 4 5
23.	ทักษะหลักที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนวิชานี้ คือ การเรียนรู้ว่าจะแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างไร	1 2 3 4 5

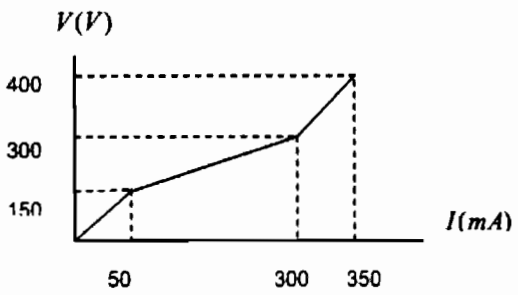
24.	ผลการสอบไม่ได้นำทางหรือแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิชานี้ เพราะว่าความรู้หรือทักษะที่ใช้ในการสอบนั้น ข้าพเจ้าได้เรียนมาหมดแล้วก่อนสอบ	1 2 3 4 5
25.	การเรียนวิชาฟิสิกส์ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน	1 2 3 4 5
26.	เมื่อข้าพเจ้าแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ทุกข้อทั้งในข้อสอบและการบ้าน ข้าพเจ้าจะนึกถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเหล่านั้นอย่างชัดแจ้งเสมอ	1 2 3 4 5
27.	"ความเข้าใจวิชาฟิสิกส์" คือ ความสามารถในการนึกทบทวนบางอย่างที่ข้าพเจ้าได้อ่านหรือได้เห็นมาแล้ว	1 2 3 4 5
28.	การใช้เวลานานๆ (ครึ่งชั่วโมงหรือมากกว่านั้น) ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการเสียเวลา ถ้าข้าพเจ้าไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ข้าพเจ้าจะถามคนอื่นที่รู้มากกว่า	1 2 3 4 5
29.	ปัญหาสำคัญในวิชานี้ คือ การจดจำข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นต้องรู้	1 2 3 4 5
30.	ทักษะหลักที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนวิชานี้ คือ เรียนรู้ที่จะใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสมเกี่ยวกับสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้น	1 2 3 4 5
31.	ข้าพเจ้าเรียนรู้ว่าจะต้องทำอย่างไรให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จากความผิดพลาดที่ข้าพเจ้าทำในการบ้านและข้อสอบ	1 2 3 4 5
32.	ในการใช้สมการหนึ่งเพื่อแก้โจทย์ปัญหา (โดยเฉพาะปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน) ข้าพเจ้าจำต้องรู้มากกว่าความหมายของแต่ละเทอมที่อยู่ในสมการนั้น	1 2 3 4 5
33.	คิดว่าคงจะผ่านวิชานี้ได้ (ได้เกรด 2 หรือ มากกว่า) โดยไม่ต้องเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์อย่างลึกซึ้ง	1 2 3 4 5
34.	การเรียนรู้ฟิสิกส์จำเป็นต้องนำข้อมูลที่ได้มาจากห้องเรียนหรือหนังสือเรียน มาคิดใหม่ จัดโครงสร้างใหม่และจัดระเบียบใหม่อีกครั้งหนึ่ง เป็นอย่างมาก	1 2 3 4 5

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง เวลา 30 นาที

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง

ให้กาเครื่องหมาย × ลงใน □ ใต้ตัวอักษร ก, ข, ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

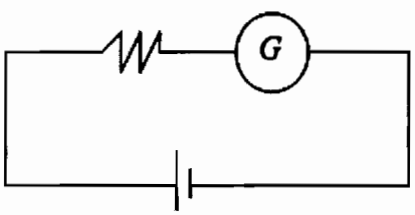
1.



ถ้าหลอดบรรจุก๊าซมีความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิคงตัวเป็นดังรูป ช่วงที่หลอดบรรจุก๊าซนี้เป็นไปตามกฎของโอห์มมีความต้านทานเป็นกี่กิโลโอห์ม

ก. 0.33 ข. 0.60 ค. 1.00 ง. 3.00

2. กัลป์วานอมิเตอร์เครื่องหนึ่ง ขณะที่ต่ออยู่กับวงจรดังรูป พบว่า เข็มชี้เต็มสเกลพอดี เมื่อนำตัวต้านทานอีกตัวหนึ่งค่า 1,500 โอห์ม มาต่อแบบอนุกรมให้กับวงจร พบว่า เข็มของมิเตอร์ชี้ที่ $\frac{1}{4}$ ของสเกล ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดจากเซลล์ที่มีความต้านทานภายในต่ำมาก และความต้านทานของกัลป์วานอมิเตอร์น้อยมาก ตัวต้านทาน R มีค่าความต้านทานเท่าไร



ก. 500 Ω ข. 1,000 Ω ค. 1,500 Ω ง. 2,000 Ω

3. สายไฟฟ้าแรงสูงเส้นหนึ่งทำด้วยทองแดงซึ่งมีสภาพต้านทาน 1.7×10^{-8} โอห์ม-เมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟฟ้าเส้นนี้ 10^3 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าจะลดลงกี่โวลต์ ต่อความยาวของสายไฟฟ้า 1 กิโลเมตร

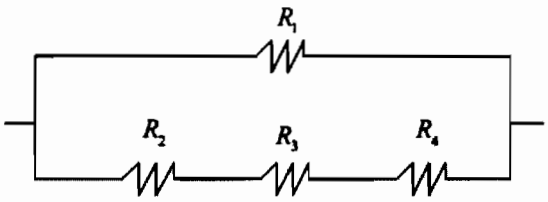
ก. 1.7 ข. 17 ค. 1.7×10^2 ง. 1.7×10^3

4. ความต้านทาน R_1 และ R_2 โอห์ม R_1 น้อยกว่า R_2 เมื่อต่อขนาน ความต้านทานรวมมีค่าเป็น $\frac{2}{3}$ โอห์ม เมื่อต่ออนุกรม ความต้านทานรวมมีค่าเป็น 3 โอห์ม R_1 และ R_2 คือ

ก. 1 กับ 2 โอห์ม ข. 2 กับ 1 โอห์ม

ค. 1 กับ 3 โอห์ม ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

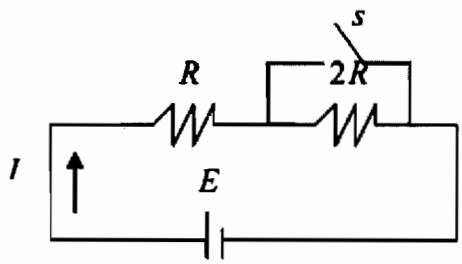
5.



ในการทดลองต่อตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3, และ R_4 ดังในภาพ ถ้าจะให้ได้ค่าความต้านทานรวมต่ำสุด ค่า R_1, R_2, R_3 และ R_4 ควรมีค่าเป็นกี่โอห์ม เรียงตามลำดับดังนี้

ก. 40, 30, 20, 10 ข. 30, 20, 10, 40 ค. 20, 10, 40, 30 ง. 10, 40, 30, 20

6.



วงจรไฟฟ้าตามรูปมีกระแส I เท่ากับ 1 แอมแปร์ ถ้าสับสวิตช์ s ลง กระแส I จะเท่ากับเท่าไร

ก. 1 A ข. 2 A ค. 3 A ง. 4 A

7. กัลป์วานอมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน 1,000 โอห์ม และมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสูงสุด 0.01 แอมแปร์ ถ้าต้องการดัดแปลงให้สามารถวัดกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 0.03 แอมแปร์ จะต้องต่อชันต์ที่มีความต้านทานกี่โอห์มเข้าไปในวงจร

ก. 200 ข. 300 ค. 400 ง. 500

8. กัลป์วานอมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน 1,000 โอห์ม วัดกระแสไฟฟ้าสูงสุด 100 ไมโครแอมแปร์ จงหาขนาดของความต้านทานที่นำมาต่อกับกัลป์วานอมิเตอร์ เพื่อดัดแปลงให้เป็นโวลต์มิเตอร์ที่วัดความต่างศักย์สูงสุด 1 โวลต์

ก. 8,500 โอห์ม ข. 9,000 โอห์ม ค. 9,500 โอห์ม ง. 10,000 โอห์ม

9. โวลต์มิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน 10×10^3 โอห์ม ปกติใช้วัดความต่างศักย์ได้สูงสุด 10 โวลต์ ถ้าต้องการนำโวลต์มิเตอร์เครื่องนี้ไปใช้วัดความต่างศักย์ที่มีค่าสูงสุด 50 โวลต์ จะต้องทำอย่างไร

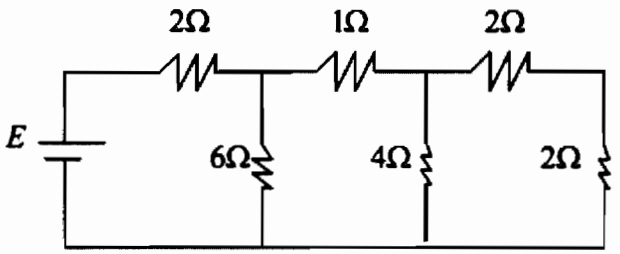
ก. นำตัวต้านทานขนาด 20×10^3 โอห์มมาต่ออนุกรม

ข. นำตัวต้านทานขนาด 30×10^3 โอห์มมาต่อขนาน

ค. นำตัวต้านทานขนาด 40×10^3 โอห์มมาต่ออนุกรม

ง. นำตัวต้านทานขนาด 50×10^3 โอห์มมาต่อขนาน

10.



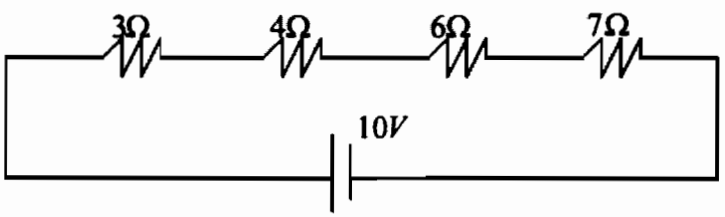
จากวงจรไฟฟ้าดังรูป กำลังไฟฟ้าสูญเสียในความต้านทาน 1 โอห์ม มีค่า 4 วัตต์ จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่

ก. 12 โวลต์ ข. 13 โวลต์ ค. 14 โวลต์ ง. 15 โวลต์

11. ห้องทำงานแห่งหนึ่งใช้ไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิด 200 โวลต์ ภายในห้องมีหลอดไฟขนาด 100 วัตต์ 3 ดวง และมีพัดลมขนาด 200 วัตต์ 2 เครื่อง เพื่อป้องการความเสียหายจากการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรควรใช้ฟิวส์ขนาดเท่าใด

ก. 3 *A* ข. 4 *A* ค. 5 *A* ง. 6 *A*

12. ความต่างศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน 6 โอห์ม มีค่ากี่โวลต์



ก. 1.00 โวลต์ ข. 2.00 โวลต์ ค. 3.00 โวลต์ ง. 4.00 โวลต์

13. กัลป์วานอมิเตอร์ตัวหนึ่งมีความต้านทาน 4 โอห์ม เข็มเบนเต็มสเกลเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 มิลลิแอมแปร์ ถ้าต้องการใช้งานเป็นโวลต์มิเตอร์ซึ่งวัดค่าเต็มสเกลได้ 10 โวลต์ จะต้องใช้ความต้านทานขนาดกี่โอห์มมาต่อในลักษณะใดกับกัลป์วานอมิเตอร์นี้

ก. 4×10^{-4}, ต่อขนาน ข. 0.44, ต่อขนาน ค. 6, ต่ออนุกรม ง. 9996, ต่ออนุกรม

14. หลอดไฟหลอดแรกมีความต้านทาน 4 โอห์มต่อกับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ หลอดที่สองมีความต้านทาน 5 โอห์มต่อกับแบตเตอรี่ 15 โวลต์ กำลังไฟฟ้าที่หลอดทั้งสองใช้ต่างกันเท่าใด

ก. 3 *W* ข. 9 *W* ค. 11 *W* ง. 22 *W*

15. เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า ให้ความร้อนแก่น้ำ 15 กิโลกรัม ทำให้น้ำอุณหภูมิเพิ่มจาก 22 ไปเป็น 42 องศาเซลเซียส สำหรับการอาบน้ำแต่ละครั้ง จงหาว่าในการนี้จะเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด กำหนดให้

ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ = 4.2 กิโลจูล/กิโลกรัม.เคลวิน และค่าพลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง เท่ากับ 5 บาท

ก. 0.18 บาท ข. 1.20 บาท ค. 1.75 บาท ง. 2.50 บาท

16. หลอดไฟขนาด 80 วัตต์ ถูกนำมาใช้งานด้วยความต่างศักย์ 220 โวลต์ เป็นเวลานานครึ่งชั่วโมง จงคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปเป็นความร้อนและแสง

ก. 2.4 kJ ข. 4.8 kJ ค. 17.6 kJ ง. 144.0 kJ

17. พนักงานขับรถคันหนึ่งดับเครื่องยนต์แล้วลืมปิดไฟหน้ารถ 2 ดวง เป็นเวลานาน 10 นาที แบตเตอรี่ของรถยนต์ซึ่งมีแรงเคลื่อน 12 โวลต์ จะต้องจ่ายไฟเท่าใดถ้าไฟหน้ากินกระแสดวงละ 5 แอมแปร์

ก. 120 J ข. 1,200 J ค. 72,000 J ง. 74,000 J

18. เตาไฟขนาด 1,200 วัตต์ เตาอบไมโครเวฟขนาด 900 วัตต์ และหม้อหุงข้าวไฟฟ้าขนาด 600 วัตต์ ถ้าต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งสามนี้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ พร้อมกันจะใช้กระแสไฟฟ้าเท่าใด

ก. 9 A ข. 10 A ค. 11 A ง. 12 A

19. กัลป์วานอมิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทานภายใน 10 โอห์ม เข็มเบนสุดสเกลเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 15 มิลลิแอมแปร์ ถ้าต้องการใช้วัดกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 3 แอมแปร์ จะต้องทำอย่างไร

ก. 0.04 Ω, ต่ออนุกรม

ข. 0.05 Ω, ต่อขนาน

ค. 0.06 Ω, ต่ออนุกรม

ง. 0.07 Ω, ต่ออนุกรม

20. เครื่องวัดเครื่องหนึ่ง มีความต้านทานภายใน 1,000 โอห์ม สามารถวัดกระแสไฟฟ้าสูงสุด 100 ไมโครแอมแปร์ ถ้าต้องการนำไปใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้สูงสุด 10 โวลต์จะต้องดัดแปลงมิเตอร์นี้อย่างไร

ก. นำตัวต้านทานขนาด 66,000 Ω, มาต่ออนุกรม

ข. นำตัวต้านทานขนาด 77,000 Ω, ต่อขนาน

ค. นำตัวต้านทานขนาด 88,000 Ω, ต่ออนุกรม

ง. นำตัวต้านทานขนาด 99,000 Ω, ต่ออนุกรม

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระหลักที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ **สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** **รหัส ว 30204**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง**

เรื่อง กฎของโอห์ม **จำนวน 2 ชั่วโมง**

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **ภาคเรียนที่ 2** **ปีการศึกษา 2557**

.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-6) สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์
2. สรุปความสัมพันธ์เป็นกฎของโอห์มได้

3. สาระการเรียนรู้

1. กฎของโอห์ม

4. กิจกรรมการเรียนการสอน (กิจกรรมการเรียนรู้)

1. ขั้นนำ (ขั้นสร้างความสนใจ)

1.1 นักเรียนดูวงจรไฟฟ้า ที่ประกอบด้วย ถ่านไฟฉาย, สายไฟฟ้า และหลอด ไฟฟ้าที่ครูเตรียมมาให้

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า "มีปริมาณใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วย ถ่านไฟฉาย, สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า" (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) (แนวตอบ ความต่างศักย์ไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน)

1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

1.4 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ กฎของโอห์ม

2. ขั้นสอน (ขั้นสำรวจและค้นหา)

2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละคนเก่ง กลาง อ่อน แล้วทำการทดลองเรื่องกฎของโอห์ม พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึก

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลส่ง พร้อมทั้งส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้น

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ กฎของโอห์ม จากใบความรู้ 1 พร้อมกับใบงาน 1.1 แล้วสรุปสาระสำคัญบันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากการทดลอง และขั้นการสืบค้นข้อมูลมาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ กฎของโอห์ม เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ กฎของโอห์ม และตัวอย่างการหาค่าความต้านทาน จากใบความรู้ 1

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 1.2

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 1

5. สื่ออุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

5.1 สื่อและอุปกรณ์

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วย ถ่านไฟฉาย, สายไฟฟ้า และ หลอดไฟฟ้า	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
4. แบบฝึกทักษะ 1	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
5. ใบความรู้ 1	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
6. ใบงาน 1.1	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
7. ใบงาน 1.2	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
8. ใบกิจกรรม 1	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
9. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

5.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุดโรงเรียน
2. อินเตอร์เน็ต

6. การวัดผลและการประเมินผล

1. วิธีการวัดผล

1.1 สังเกตพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคลขณะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2 สำรวจการทำงานกลุ่ม

1.3 ตรวจผลงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล

1.4 ตรวจแบบทดสอบท้ายแผนการเรียนรู้

2. เครื่องมือวัดผล

2.1 แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคลขณะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2 แบบสำรวจการทำงานกลุ่ม

2.3 แบบตรวจผลงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล

2.4 แบบทดสอบท้ายแผนการเรียนรู้

3. เกณฑ์การวัดผล

3.1 ประเมินพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคลขณะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนเกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง ดี

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ยังต้องปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

3.2 แบบสำรวจการทำงานกลุ่ม

การประเมินผล การสำรวจการทำงานกลุ่มใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนน	การแปลผล
18 – 20	พฤติกรรมในการทำงานกลุ่มของสมาชิกอยู่ในระดับดีมาก
15 – 17	พฤติกรรมในการทำงานกลุ่มของสมาชิกอยู่ในระดับดี
10 – 14	พฤติกรรมในการทำงานกลุ่มของสมาชิกอยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 9	ต้องปรับปรุงพฤติกรรมในการทำงานของกลุ่ม

เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70

3.3 แบบตรวจผลงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับดีมาก

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับดี

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับพอใช้

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับปรับปรุง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับที่ต้องแก้ไข

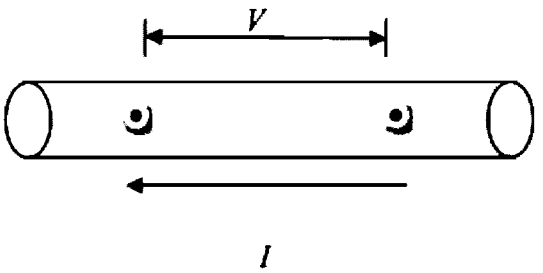
เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70

3.4 แบบทดสอบท้ายแผนการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

ชุดการทดลองที่ 1 เรื่องกฎของโอห์ม

ทฤษฎีและหลักการ

กฎของโอห์ม (Ohm's Law) มีใจความว่า " ในโลหะตัวนำที่อุณหภูมิคงตัว อัตราส่วนของความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองจุดในตัวนำต่อกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำนั้น มีค่าคงตัว "



กำหนดให้ V แทนความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดในตัวนำ (V)

I แทนกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำ (A)

จากกฎของโอห์ม $\frac{V}{I}$ = ค่าคงตัว เมื่ออุณหภูมิคงตัว

ถ้าให้ "ค่าคงตัว" แทนได้ด้วย "R" และถูกเรียกว่า **"ความต้านทาน (Resistance)"** แล้ว

จะได้ $\frac{V}{I} = \mathrm{R}$

หรือ $V = IR$

จากสมการ $\frac{V}{I} = \mathrm{R}$ ความต้านทานมีหน่วยเป็นโวลต์ต่อแอมแปร์

หรือเรียกว่า **"โอห์ม (Ohm)"** ถูกเขียนแทนด้วย "Ω"

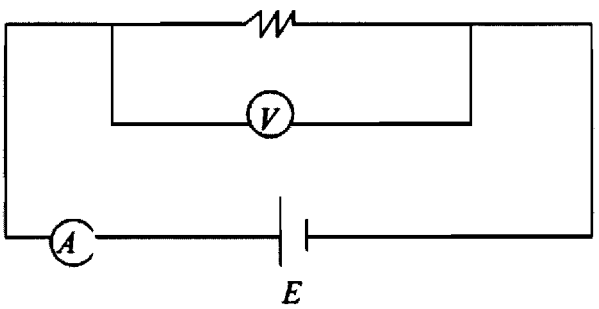
อุปกรณ์/เครื่องมือ

1. แบตเตอรี่ขนาด 1.5 V จำนวน 4 ก้อน พร้อมกระบะ จำนวน 1 ชุด
2. สายไฟพร้อมปากหนีบ จำนวน 1 ชุด

3. แอมมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
4. โวลต์มิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
5. ตัวต้านทาน จำนวน 1 ตัว

วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำอุปกรณ์มาต่อดังวงจรต่อไปนี้



2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) จากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ไปที่ 1.5 V (หรือใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน) อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ และค่าความต่างศักย์จากโวลต์มิเตอร์ แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทดลองในแบบบันทึกการทดลองที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) ไปที่ 3 V 4.5 V และ 6 V โดยการเพิ่มถ่านไฟฉายทีละก้อน แล้วทดลองซ้ำตามข้อ 2

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลพร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน

วัตถุประสงค์ เมื่อทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ได้

2. สรุปความสัมพันธ์เป็นกฎของโอห์มได้ว่า เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดในตัวนำโลหะ

แบบบันทึกการทดลองที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม

สมาชิกในกลุ่ม

1. .....ชั้น.....เลขที่.....
2. .....ชั้น.....เลขที่.....
3. .....ชั้น.....เลขที่.....
4. .....ชั้น.....เลขที่.....
5. .....ชั้น.....เลขที่.....

วัตถุประสงค์

.....

.....

ทฤษฎีและหลักการ

.....

.....

.....

อุปกรณ์

.....

.....

.....

วิธีการทดลอง

.....

.....

ตารางบันทึกผล

จำนวนแบตเตอรี่	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

นำผลที่ได้จากการทดลองดังตารางที่ 1 มาเขียนกราฟระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ และวิเคราะห์ผลจากกราฟ

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

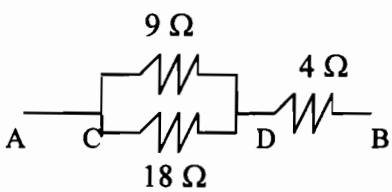
.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนรู้ที่ 1 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เวลา 15 นาที

ผลการเรียนรู้ที่ 1 สืบค้นข้อมูล และอธิบายกฎของโอห์ม

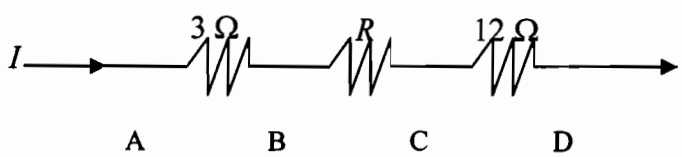
ให้กาเครื่องหมาย × ลงใน □ ใต้ตัวอักษร ก, ข, ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

1. จากรูป จงหาความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง AB เมื่อ ความต่างศักย์ระหว่าง CD เท่ากับ 18 V



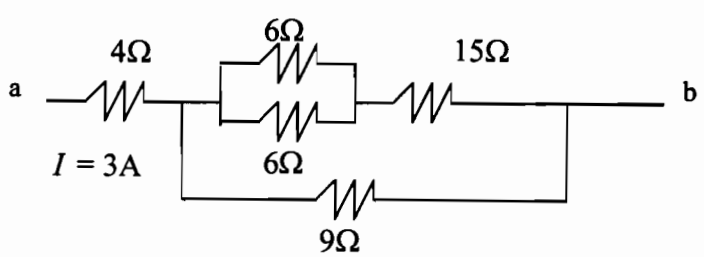
ก. 22 V ข. 27 V ค. 30 V ง. 36 V

2. จากรูป ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด A กับ B = 6 โวลต์ ความต่างศักย์ระหว่าง A กับ D เท่ากับ 34 โวลต์ จงหาความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง A กับ C เท่ากับกี่โวลต์



ก. 8 V ข. 10 V ค. 12 V ง. 14 V

จากรูป ใช้ตอบคำถาม ข้อ 3 – ข้อ 5



3. จงหาค่าความต่างศักย์ระหว่างตัวต้านทาน 15 โอห์ม มีค่าเป็นกี่โวลต์

ก. 30 ข. 18 ค. 15 ง. 9

4. จงหาค่าความต่างศักย์ระหว่างตัวต้านทาน 9 โอห์ม มีค่าเป็นเป็นโวลต์

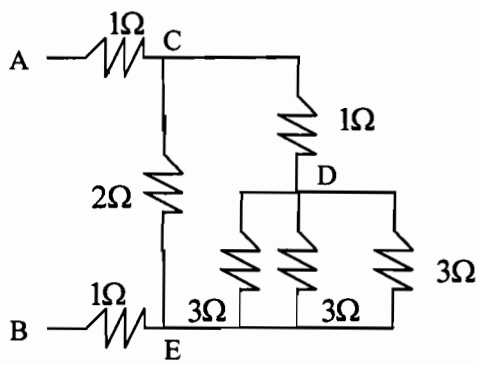
ก. 30 ข. 18 ค. 15 ง. 9

5. จงหาค่าความต่างศักย์ระหว่างจุด a กับจุด b โอห์ม มีค่าเป็นเป็นโวลต์

ก. 30 ข. 18 ค. 15 ง. 9

จากรูป ใช้ตอบคำถาม ข้อ 6 – ข้อ 8

ให้ กระแสไฟฟ้า ไหลผ่าน จุด C ไป D มีค่า 3 แอมแปร์



6. กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านตัวต้านทาน 3 โอห์มกี่แอมแปร์

ก. 1 ข. 3

ค. 9 ง. 10

7. ความต่างศักย์ระหว่างจุด C กับจุด E มีค่ากี่โวลต์

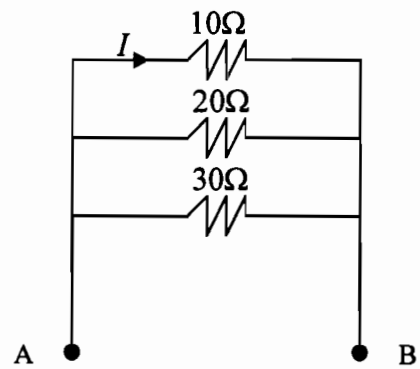
ก. 3 ข. 6 ค. 12 ง. 24

8. ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับจุด B มีค่ากี่โวลต์

ก. 3 ข. 6 ค. 9 ง. 18

จากรูป ใช้ตอบคำถาม ข้อ 9 – ข้อ 10

ให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน 10 Ω = 6 A



9. จงหากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน 30 โอห์มมีค่ากี่แอมแปร์

ก. 6 ข. 3

ค. 2 ง. 11

10. ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับจุด B มีค่ากี่โวลต์

ก. 10 ข. 60 ค. 90 ง. 110

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 1.1**	**ผลการเรียนรู้ที่ 1**
รหัสวิชา ว 30204		**ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	**5 คะแนน**	**เวลา 20 นาที**
เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล ลงในสมุดจดบันทึก
   - **กฎของโอห์ม**
   - **ความต้านทานไฟฟ้า**
2. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. กฎของใครที่มีใจความว่า ที่อุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น

   .....

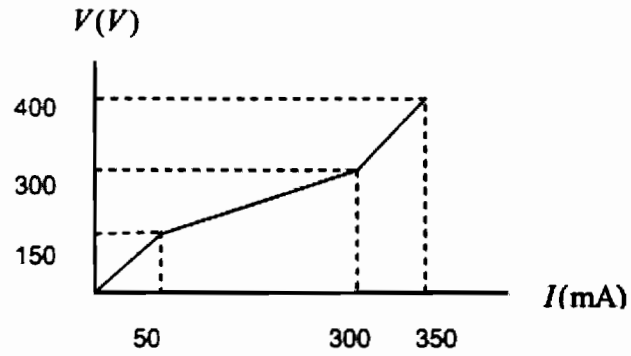
   .....

2. กระแสไฟฟ้า หมายถึง .....

   .....

3. ศักย์ไฟฟ้า หมายถึง .....
4. ค่าศักย์ไฟฟ้า มีค่าขึ้นกับปริมาณใดบ้าง.....
5. R ในสมการ $V = IR$ แทนความหมายของ.....

   และมีหน่วยเป็น.....
6. กฎของโอห์ม จะใช้ได้กับตัวกลางใด.....
7. สัญลักษณ์นี้ —/\/\/\— ใช้แทน.....ในวงจรไฟฟ้า
8. ถ้าหลอดบรรจุแก๊สมีความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิคงตัวเป็นดังรูป ช่วงที่หลอดบรรจุแก๊สนี้เป็นไปตามกฎของโอห์ม มีความต้านทานเป็นกี่กิโลโอห์ม



ก. 0.33 ข. 0.60 ค. 1.00 ง. 3.00

9. เมื่อเปรียบเทียบค่าศักย์ไฟฟ้าของสองบริเวณที่มีประจุไฟฟ้าสะสมอยู่แตกต่างกันมีหลักในการพิจารณาว่าบริเวณไหนมีศักย์สูงหรือศักย์ต่ำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

10. ความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 1.2**	**ผลการเรียนรู้ที่ 1**
รหัสวิชา ว 30204		**ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	**5 คะแนน**	**เวลา 5 นาที**
เรื่องกฎของโอห์มและความต้านทาน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ตัวต้านทาน 1.0 เมกะโอห์ม (10^6 โอห์ม) จะต้องต่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่าไร เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวต้านทานดังกล่าว 1.0 มิลลิแอมแปร์

.....

.....

.....

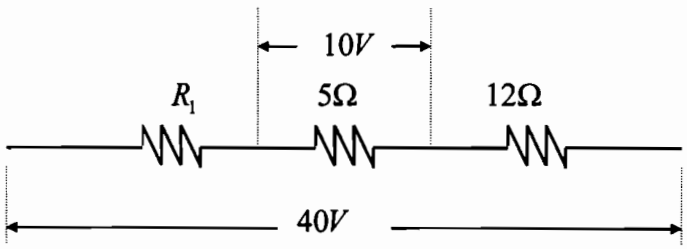
.....

.....

.....

.....

2. จากวงจรไฟฟ้าตามรูป จงหาความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทาน R_1



.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	แบบฝึกทักษะ 1	ผลการเรียนรู้ที่ 1
รหัสวิชา ว 30204		ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	5 คะแนน	เวลา 10 นาที
เรื่อง กฎของโอห์ม		

ชื่อ..... ชั้น ..... เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

1. ถ้าต้องการนำทองแดงมวล m สภาพต้านทาน ρ ความหนาแน่น D มาดึงเป็นเส้นลวดขนาดสม่ำเสมอให้มีความต้านทาน R จะได้ความยาวของลวดทองแดงมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

2. ทรงกระบอกทำจากโลหะที่มีสภาพต้านทาน 4×10^{-7} โอห์ม.เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.04 ตารางเซนติเมตร ช่วง AB ยาว 1.50 เมตร ขณะที่มีกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมแปร์ไหลผ่านทรงกระบอกนี้ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง AB มีค่าเท่ากี่โวลต์

.....

.....

.....

.....

3. สายไฟฟ้าแรงสูงเส้นหนึ่งทำด้วยทองแดงซึ่งมีสภาพต้านทาน 1.7×10^{-8} โอห์ม.เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟฟ้าเส้นนี้ 10^3 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าจะลดลงกี่โวลต์ต่อความยาวของสายไฟฟ้า 1 กิโลเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

4. อะลูมิเนียมเส้นหนึ่งยาว 1 เมตร มีสภาพต้านทาน 2.7×10^{-8} โอห์ม.เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 2 ตารางมิลลิเมตร จงคำนวณหาความต้านทานของลวดอะลูมิเนียม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ลวดเส้นหนึ่งมีรัศมี 0.2 มิลลิเมตร มีสภาพความต้านทาน 4.84×10^{-8} โอห์ม.เมตร ถ้าลวดเส้นนี้มีความต้านทาน 10 โอห์ม จะยาวเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ลวดทองแดงยาว 1 เมตร มีความต้านทาน 1.5 โอห์ม ถ้าให้ลวดนี้มีรัศมีเป็น 2 เท่าของเดิม และมีความต้านทาน 0.5 โอห์ม ต้องใช้ลวดนี้ยาวกี่เมตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระหลักที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รหัส ว 30204
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง
เรื่อง การต่อตัวต้านทานแบบขนาน จำนวน 2 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-6) สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการต่อตัวต้านทานแบบขนานได้

3. สาระการเรียนรู้

1. การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

4. กิจกรรมการเรียนการสอน (กิจกรรมการเรียนรู้)

1. ขั้นนำ (ขั้นสร้างความสนใจ)

1.1 นักเรียนดูวงจรไฟฟ้า ที่ประกอบด้วย ตัวต้านทานขนาดต่าง ๆ, ถ่านไฟฉาย และสายไฟฟ้า ที่ครูเตรียมมาให้

1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามของครูว่า "เมื่อนักเรียนนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบขนานในวงจรไฟฟ้า นักเรียนคิดว่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรจะเป็นอย่างไร" (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 8 ข้อ

1.4 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

2. ขั้นสอน (ขั้นสำรวจและค้นหา)

2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละคนเก่ง กลาง อ่อน แล้วทำการทดลองเรื่องการต่อตัวต้านทานแบบขนาน พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึก

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลส่ง พร้อมทั้งส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้น

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การต่อตัวต้านทานแบบขนาน จากใบความรู้ 3 พร้อมกับใบงาน 3.1 แล้วสรุปสาระสำคัญบันทึกลงในสมุดจดบันทึกและตอบคำถาม

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากการทดลอง และขั้นการสืบค้นข้อมูลมาอภิปรายร่วมกับครู

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การต่อตัวต้านทานแบบขนาน เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ การต่อตัวต้านทานแบบขนาน และตัวอย่างการหาค่าความต้านทาน จากใบความรู้ 3

4.2 นักเรียนร่วมกันสืบค้น แก้ปัญหา ในใบงาน 3.2

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 3

5. สื่ออุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

5.1 สื่อและอุปกรณ์

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วย ถ่านไฟฉาย , สายไฟฟ้า และ ตัวต้านทาน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
4. แบบฝึกทักษะ 3	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้ขั้นประเมิน)
5. ใบความรู้ 3	1 ชุด	ใช้อธิบายและลงข้อสรุป
6. ใบงาน 3.1	1 ชุด	ใช้สำรวจและค้นหา
7. ใบงาน 3.2	1 ชุด	ใช้ขยายความรู้และลงข้อสรุป
8. ใบกิจกรรม 3	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
9. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมิน

5.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุดโรงเรียน
2. อินเตอร์เน็ต

6. การวัดผลและการประเมินผล

1. วิธีการวัดผล

1.1 สังเกตพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคลขณะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2 สำรวจการทำงานกลุ่ม

1.3 ตรวจผลงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล

1.4 ตรวจแบบทดสอบท้ายแผนการเรียนรู้

2. เครื่องมือวัดผล

2.1 แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคลขณะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2 แบบสำรวจการทำงานกลุ่ม

2.3 แบบตรวจผลงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล

2.4 แบบทดสอบท้ายแผนการเรียนรู้

3. เกณฑ์การวัดผล

3.1 ประเมินพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคลขณะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

เกณฑ์การให้คะแนน 3 หมายถึง ดี

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ยังต้องปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

3.2 แบบสำรวจการทำงานกลุ่ม

การประเมินผล การสำรวจการทำงานกลุ่มใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนน	การแปลผล
18 – 20	พฤติกรรมในการทำงานกลุ่มของสมาชิกอยู่ในระดับดีมาก
15 – 17	พฤติกรรมในการทำงานกลุ่มของสมาชิกอยู่ในระดับดี
10 – 14	พฤติกรรมในการทำงานกลุ่มของสมาชิกอยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 9	ต้องปรับปรุงพฤติกรรมในการทำงานของกลุ่ม

เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70

3.3 แบบตรวจผลงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับดีมาก

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับดี

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับพอใช้

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับปรับปรุง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผลงานอยู่ในระดับที่ต้องแก้ไข

เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70

3.5 แบบทดสอบท้ายแผนการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 6	แบบทดสอบ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)	ผลการเรียนรู้ที่ 3 ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เวลา 10 นาที

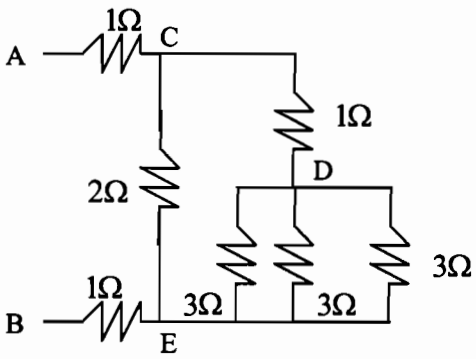
ผลการเรียนรู้ที่ 1 สืบค้นข้อมูล และอธิบายการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

ให้กาเครื่องหมาย × ลงใน □ ใต้ตัวอักษร ก, ข, ค และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

1. ในการต่อวงจรความต้านทานแบบขนาน ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมในวงจรมีค่าอย่างไร
   - ก. $V_{รวม} = V_1 + V_2 + V_3$ .....
   - ข. $V_{รวม} = V_1 = V_2 = V_3$ .....
   - ค. $V_{รวม} = V_1 + V_2 - V_3$ .....
   - ง. ยังสรุปไม่ได้
2. ในการต่อวงจรความต้านทานแบบขนาน กระแสไฟฟ้ารวมในวงจรมีค่าอย่างไร
   - ก. $I_{รวม} = I_1 + I_2 + I_3$ .....
   - ข. $I_{รวม} = I_1 = I_2 = I_3$ .....
   - ค. $I_{รวม} = I_1 + I_2 - I_3$ .....
   - ง. ยังสรุปไม่ได้
3. ในการต่อวงจรความต้านทานแบบขนาน ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมในวงจรมีค่าอย่างไร
   - ก. $R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3$ .....
   - ข. $R_{รวม} = R_1 = R_2 = R_3$ .....
   - ค. $\frac{1}{R_{รวม}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ .....
   - ง. ยังสรุปไม่ได้

จากรูป ใช้ตอบคำถาม ข้อ 4 – ข้อ 6

ให้ กระแสไฟฟ้า ไหลผ่าน จุด C ไป D มีค่า 3 แอมแปร์



4. กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านตัวต้านทาน 3 โอห์มกี่แอมแปร์

ก. 1 ข. 3

ค. 9 ง. 10

5. ความต่างศักย์ระหว่างจุด C กับจุด E มีค่ากี่โวลต์

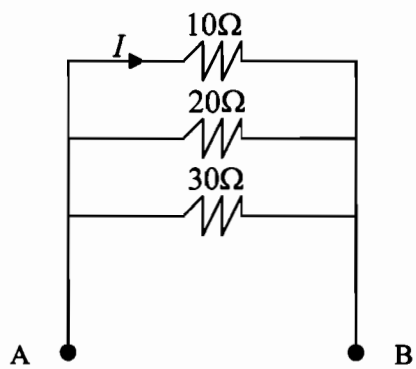
ก. 3 ข. 6 ค. 12 ง. 24

6. ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับจุด B มีค่ากี่โวลต์

ก. 3 ข. 6 ค. 9 ง. 18

จากรูป ใช้ตอบคำถาม ข้อ 7 – ข้อ 8

ให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน 10 Ω = 6 A



7. จงหากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน 30 โอห์มมีค่ากี่แอมแปร์

ก. 6 ข. 3

ค. 2 ง. 11

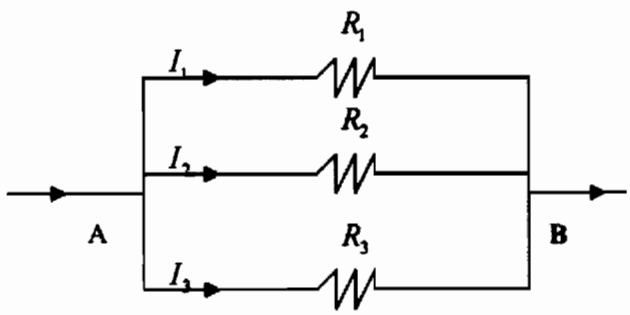
8. ความต่างศักย์ระหว่างจุด A กับจุด B มีค่ากี่โวลต์

ก. 10 ข. 60 ค. 90 ง. 110

ชุดการทดลองที่ 3 เรื่องการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

ทฤษฎีและหลักการ

การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parllel) เป็นการต่อที่นำตัวต้านทานหลายๆ ตัว มาต่อรวมกันเป็นกลุ่มเดียว โดยนำปลายทั้งสองข้างของความต้านทานแต่ละตัวมารวมกัน



กำหนดให้มีตัวต้านทานอยู่ 3 ตัว คือ R_1 , R_2 และ R_3 ต่อกันแบบขนานกับเซลล์ไฟฟ้า และมีกระแสไฟฟ้าไหลออกจากเซลล์ไฟฟ้า I แยกเข้าสู่ตัวต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 เท่ากับ I_1 , I_2 และ I_3 ตามลำดับ

อุปกรณ์/เครื่องมือ

1. แผงวงจรไฟฟ้า จำนวน 1 อัน
2. มัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
3. แบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
4. สายไฟพร้อมปากหนีบ จำนวน 1 ชุด
5. ตัวต้านทานขนาดต่างๆ

วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกตัวต้านทานขนาดเดียวกัน จำนวน 3 ตัว
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อตัวต้านทานแบบขนาน
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ เข้ากับวงจรตัวต้านทานแบบขนาน
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้มัลติมิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้า และวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร บันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกการทดลองที่ 3 เรื่องการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ได้มาสรุปและวิเคราะห์ผลพร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้น

วัตถุประสงค์ เมื่อทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ต่อตัวต้านทานแบบขนานได้
2. บอกได้ว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากันเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้ารวม

$$V_{\text{รวม}} = V_1 = V_2 = V_3$$

แบบบันทึกการทดลองที่ 3 เรื่องการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

สมาชิกในกลุ่ม

1. ……ชั้น.....เลขที่.....
2. ……ชั้น.....เลขที่.....
3. ……ชั้น.....เลขที่.....
4. ……ชั้น.....เลขที่.....
5. ……ชั้น.....เลขที่.....

วัตถุประสงค์

.....

.....

ทฤษฎีและหลักการ

.....

.....

อุปกรณ์

.....

.....

วิธีการทดลอง

.....

.....

ตารางบันทึกผล

ตัวต้านทาน	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)
R_1		
R_2		
R_3		
รวม		

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 3.1**	**ผลการเรียนรู้ที่ 3**
รหัสวิชา ว 30204		**ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	**5 คะแนน**	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง การต่อตัวต้านทานแบบขนาน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล ลงในสมุดจดบันทึก
   - **การต่อตัวต้านทานแบบขนาน**
2. จงตอบคำถามต่อไปนี้
   1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวในวงจรการต่อตัวต้านทานแบบขนาน มีค่าอย่างไร .....
   2. ความต่างศักย์ไฟฟ้ารวมในวงจรการต่อตัวต้านทานแบบขนาน มีค่าอย่างไร .....
   3. สมการ $V = \mathrm{IR}$ เป็นสมการของใคร.....
4. ความต้านทาน (R) รวมในวงจรการต่อตัวต้านทานแบบขนาน มีค่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

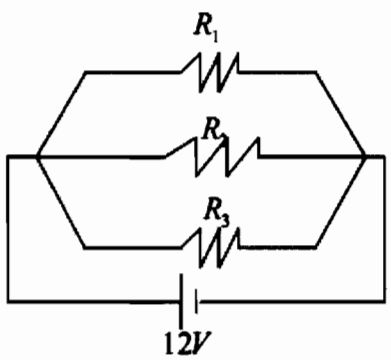
.....

.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**ใบงาน 3.2**	**ผลการเรียนรู้ที่ 3**
รหัสวิชา ว 30204		**ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	**5 คะแนน**	**เวลา 10 นาที**
เรื่อง การต่อตัวต้านทานแบบขนาน		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. จากวงจรตามรูป ตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 ต่อกันแบบขนาน จงหาความต้านทานรวม และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว



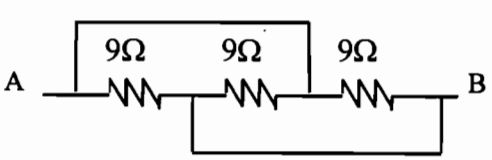
.....

.....

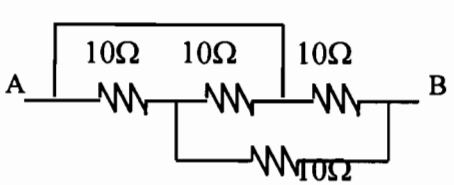
.....

.....

2. จากวงจรตามรูป จงหาความต้านทานรวมระหว่างจุด A และ จุด B



ก.



ข.

.....

.....

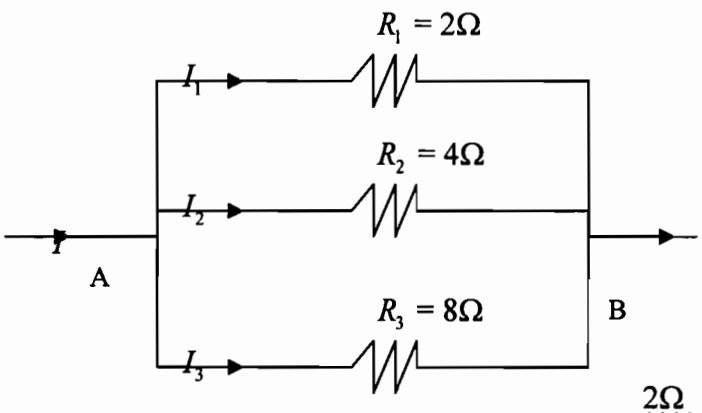
.....

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม	**แบบฝึกทักษะ 3**	**ผลการเรียนรู้ที่ 3**
รหัสวิชา ว 30204		**ใช้ประกอบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	**5 คะแนน**	**เวลา 15 นาที**
เรื่อง การต่อตัวต้านทานแบบขนาน		

ชื่อ..... ชั้น ..... เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

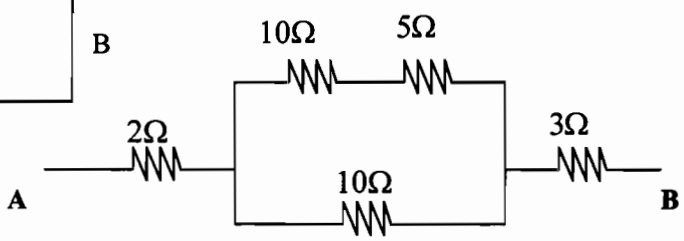
จงหาค่าความต้านทานรวมระหว่าง A กับ B ต่อไปนี้

1.

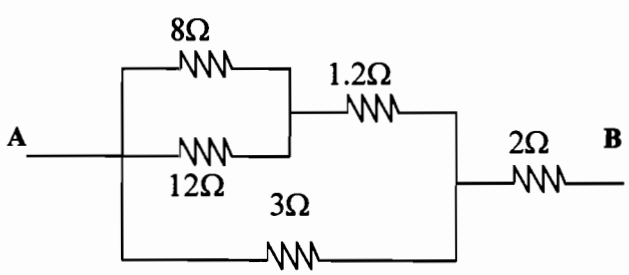


R_{AB} = ... Ω

2. R_{AB} = ... Ω

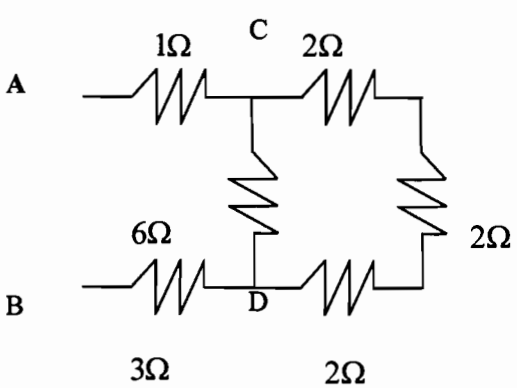


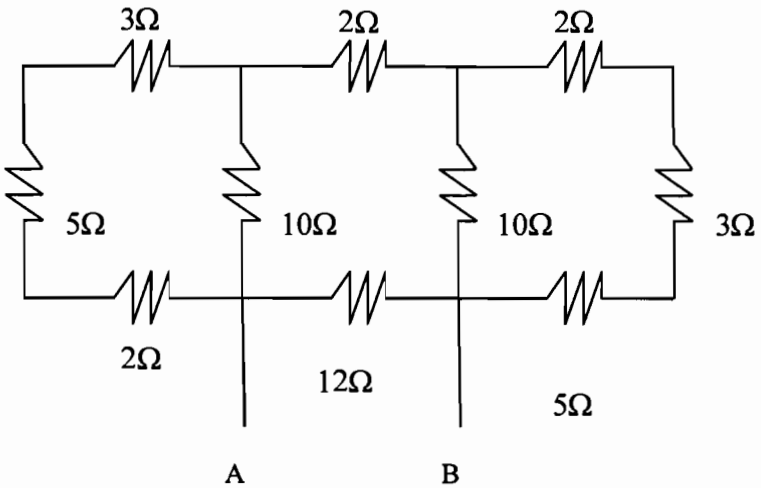
3.



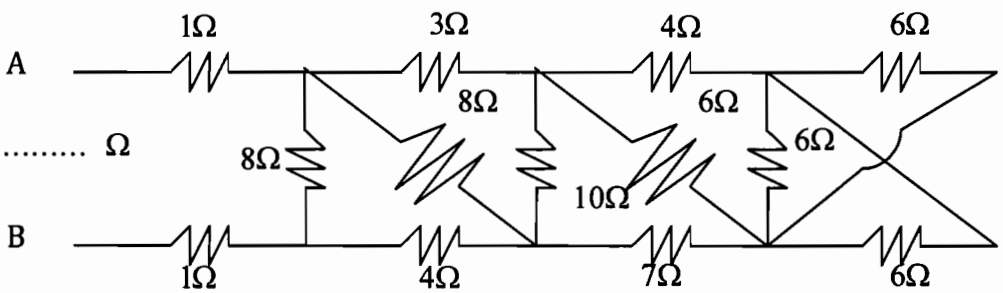
R_{AB} = ... Ω

4. R_{AB} = ... Ω

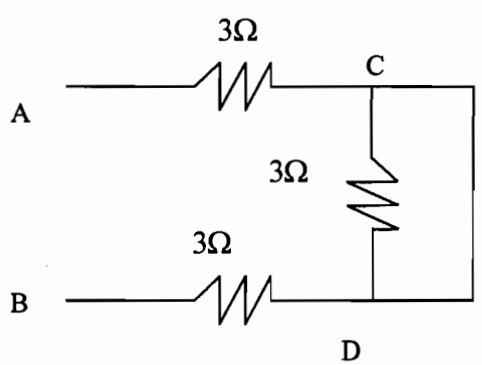


5. 

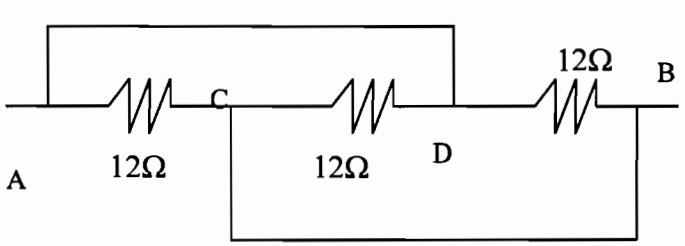
R_{AB} = ... Ω

6. 

R_{AB} = ... Ω

7. 

R_{AB} = ... Ω

8. 

R_{AB} = ... Ω

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวขุพินธ์ สุรินทร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ประวัติการทำงาน	โรงเรียนธารทองพิทยาคม
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ครูผู้สอน
	โรงเรียนธารทองพิทยาคม
	704 หมู่1
	ถนน ศักดิ์มะโน
	อำเภอ ลำปลายมาศ
	จังหวัด บุรีรัมย์ 31130
	โทรศัพท์ 044-663875