

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก สำหรับใช้ในการสอน
วิชาฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
THE DEVELOPMENT OF A CURRENT AND MAGNETIC FIELD EXPERIMENTAL
APPARATUS FOR PHYSICS TEACHING TO ENHANCE UNDERGRADUATE
STUDENT ACHIEVEMENT

Received: October 11, 2017

Revised: November 19, 2017

Accepted: November 20, 2017

นันทนุช วัฒนสุภิญญา^{1*}Nuntanut Wattanasupinyo^{1*}¹มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา¹Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok 10600, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nuntanut.bsru@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการใช้ชุดทดลอง 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 90 คน ได้มาจากการเลือกแบบสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม รูปแบบงานวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนและหลัง และใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดทดลองมีประสิทธิภาพที่ 95/85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพชุดทดลอง โดยมีคุณภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 3.77/4.00$) ชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปในการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามหลักการและสอดคล้องกับทฤษฎี 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักศึกษามีระดับความพึงพอใจในการใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.21/5.00$)

คำสำคัญ: ชุดทดลอง กระแสไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก ฟิสิกส์

Abstract

The purpose of this research were 1) to development and find out the efficient experimental apparatus in electric current and magnetic field, 2) to compare the learning achievement between before and after using the experimental apparatus, and 3) to study students' satisfaction toward their learning using the electric current and magnetic field experimental apparatus. The sample in this study was 90 second year students in general science program, in the second semester of the academic year 2016, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University. The sample was obtained by cluster random sampling, the One-Group Pretest-Posttest design and t-test for dependent sample statistics. The results found that 1) the experimental apparatus had an efficiency of 95/85, which was higher than the criterion 80/80. The overall quality of the experimental apparatus which was assessed by the experts was at a very good level ($\bar{x} = 3.77/4.00$), the developed experimental can use for learning management in magnetic force exerting on a current-carrying wire and Ampere's law efficiently, 2) the students' learning achievement after using the experimental apparatus, post-test score was higher than the pre-test score at .01 level of significance, and 3) the students' satisfaction toward their learning using the current and magnetic field experimental apparatus was at a high level ($\bar{x} = 4.21/5.00$).

Keywords: Experimental Apparatus, Electric Current, Magnetic Field, Physics

บทนำ

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ ผู้สอนเน้นวิธีการสอนแบบบรรยาย โดยที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ทางทฤษฎีแต่ขาดการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนนั้นขาดการฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจอย่างแท้จริงในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งส่งต่อการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ต่ำ โดยเฉพาะรายวิชาฟิสิกส์ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นรายวิชาตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ และในระบบการศึกษาในประเทศไทยได้บรรจุวิชาฟิสิกส์ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสาระหนึ่งใน 8 สาระการเรียนรู้ เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎ และเป็นทฤษฎีพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์สามารถนำหลักการทางฟิสิกส์ไปแก้ปัญหาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ แต่การเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังอาศัยการท่องจำในตำรา ผู้สอนไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนได้ใช้การปฏิบัติการ (Saksuparb, 2013) สาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากผู้สอนสนใจผลสุดท้ายของการสอน คือ การนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์และแบบฝึกหัด โดยมักใช้วิธีสอนเฉพาะการคำนวณและท่องจำไม่มีการสอนความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนความคิดรวบยอด (Boonsawai, 1991, pp. 19-21) สื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่จะนำความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (Saksuparb, 2013) เพราะการใช้สื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมิติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น

แก่นของความคิดได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ เป็นสื่อเชื่อมโยงระหว่างนามธรรมไปสู่รูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น กระตุ้นให้เกิดความสนใจ ช่วยเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Morkrathok, 2002) เพิ่มความรู้ความเข้าใจ ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น (Akkaratheeranun, 2012)

ปัญหาในการเรียนการสอนส่วนหนึ่งเกิดจากปัญหาการขาดแคลนสื่ออุปกรณ์ทดลอง และปัญหาจากสื่อการสอนที่มีคุณภาพที่ต่ำ ไม่เหมาะสมกับเนื้อหา ทำให้การแสดงผลการทดลองไม่ชัดเจน การที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพได้ คือ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับวิชาฟิสิกส์การทดลองมีความสำคัญมาก ไอน์สไตน์ได้กล่าวกับมอสโกสกีในหนังสือสนทนากับไอน์สไตน์ว่า ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ บทเรียนแรกไม่ได้ประกอบไปด้วยอะไรเลยนอกจาก อะไรคือการทดลองและความน่าสนใจ อะไรที่จะได้เห็นการทดลองมีความงดงามในตัวของมันเอง ซึ่งหลายครั้งที่มีประโยชน์มากกว่าสูตร 20 สูตรที่กลั่นกรองจากสติปัญญาของเราเสียอีก (Moszkowski, 1970) การทดลอง ก็คือ แบบจำลองของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่นำมาศึกษาในห้องเรียน เมื่อทำการทดลองสิ่งที่ปฏิบัติตามมา ก็คือ การวัดและการเก็บข้อมูลปริมาณต่างๆ การเก็บข้อมูลปริมาณทางกายภาพที่ต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูลได้ถูกต้องและชัดเจน ข้อสำคัญเราไม่จำเป็นต้องซื้อเครื่องมือที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ เพราะเราสามารถสร้างเครื่องมือขึ้นได้โดยใช้วัสดุในประเทศที่มีราคาถูกกว่า ดังนั้น วิธีการที่จะช่วยแก้ปัญหาให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจ ขาดหลักการพื้นฐาน ตลอดจนความคิดรวบยอดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ การสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาเพื่อช่วยให้มีอุปกรณ์เพียงพอในการเรียนการสอน ช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

ในการสอนวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐาน มีเนื้อหาวิชาเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ที่เน้นทฤษฎีจากการสังเกตพฤติกรรม ในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า นักศึกษาส่วนหนึ่งขาดความสนใจ ไม่กระตือรือร้นในการเรียน ฟังแบบไม่ตั้งใจ เพราะรายวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ผู้เรียนมักมองว่าน่าเบื่อ เนื้อหายาก เข้าใจยากและไม่น่าสนใจ เนื่องจากเน้นการเรียนเนื้อหาทฤษฎี การสอนเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนอาจไม่สามารถจินตนาการภาพตามได้ ไม่สามารถเข้าใจในเรื่องที่ผู้สอนกำลังพยายามสื่อให้เข้าใจ เนื่องจากไม่เห็นภาพด้วยตา หรือไม่สามารถสัมผัสได้ เพราะฉะนั้นเพื่อความเข้าใจในเนื้อหา ผู้สอนจึงได้ออกแบบนวัตกรรมเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนขึ้นมา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เพราะต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง (Boonyang, et al., 2016, pp. 223-237) และสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น เพื่อแก้ปัญหาดังที่กล่าวมา ควรให้สถาบันทางการศึกษามีชุดการทดลองที่เกี่ยวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และทดลองปฏิบัติการ และราคาไม่แพง ที่สถาบันทางการศึกษาต่างๆ สามารถผลิตขึ้นได้เองจากวัสดุที่มีอยู่แล้วหรือหาได้ง่าย เพราะผู้เรียนจะได้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงหรือทำได้จริงจากสิ่งที่เรียน ทำให้เกิดความสุขในการเรียน เมื่อได้ลงมือปฏิบัติจริง เข้าใจในสิ่งที่เรียน ประสบความสำเร็จในการเรียน ซึ่งเป็นไปตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้หาวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการสร้างนวัตกรรมกรรมทางการศึกษาชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ที่มีประสิทธิภาพ สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ เรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหา ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 90 คน สำหรับรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ เนื้อหาในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 นักศึกษาจำนวน 3 หมู่เรียน (3 ชั่วโมง/1 หมู่เรียน/1 สัปดาห์) ใช้สอนระยะเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 9 ชั่วโมง รวมเป็น 18 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง
4. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 4.1 ตัวแปรต้น คือ การสอนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
 - 4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ 3) ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อพัฒนาและออกแบบชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ที่มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลอง มีรูปแบบงานวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนและหลัง (The One-Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 90 คน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาปฏิบัติการ ฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนที่ 1 แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และแผนที่ 2 กฎของแอมแปร์ และ 2) ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่พัฒนาขึ้น

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ได้แก่ 1) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 พัฒนาและตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

1. ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

1.1 กำหนดรูปแบบของชุดทดลอง ได้แก่ ขอบเขตเนื้อหาที่จะใช้สอน วัสดุอุปกรณ์ในการสร้าง และคุณลักษณะของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

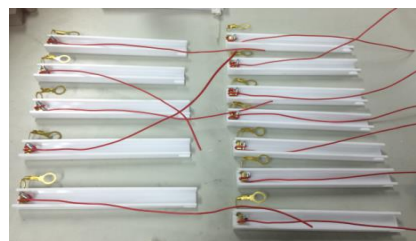
1.2 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดทดลอง

1.3 ออกแบบเขียนโครงร่างแบบจำลองชุดการทดลอง

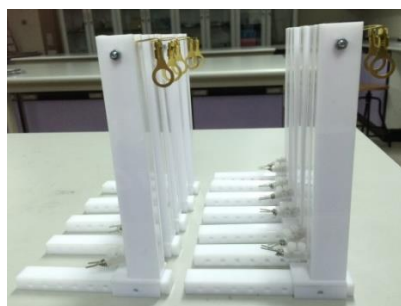
1.4 สร้างชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก โดยมีขั้นตอนการสร้าง และอุปกรณ์ดังต่อไปนี้



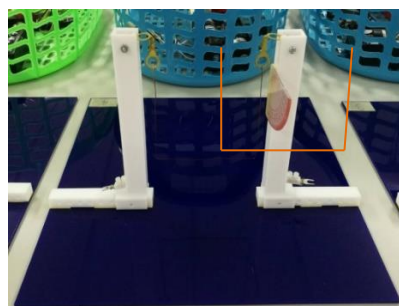
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพ 1 อุปกรณ์และขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง

1) ใช้แผ่นอะคริลิก ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร ตัดเป็นชิ้นส่วนต่าง และส่วนของขั้วไฟฟ้า ได้แก่ น็อต ห่วง หรือวัสดุที่นำไฟฟ้าอื่นๆ ได้ ดังภาพ 1(ก)

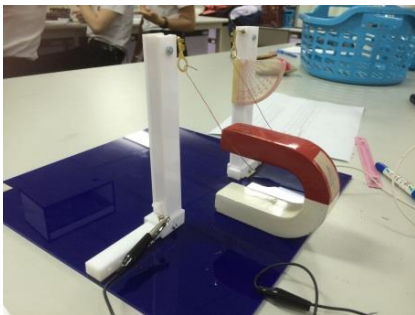
2) นำแต่ละชิ้นส่วนประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้กาวประสานอะคริลิก และต่อสายไฟกับขั้วไฟฟ้าดัง ภาพ 1(ข)

3) เมื่อประกอบเสร็จ จะได้ลักษณะเหมือนภาพตัว L ดังภาพ 1(ค)

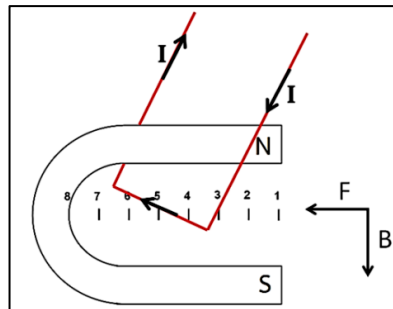
4) นำชิ้นส่วนที่ได้ ติดไม้ครีวงกลมเข้า 1 ด้าน และประกอบเข้ากับฐาน ซึ่งเป็น แผ่นอะคริลิก ที่มีความหนา 3 มิลลิเมตร ขนาด 30×30 ตารางเซนติเมตร และใช้ลวดทองแดงภาพตัวยู คล้องเชื่อม ระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ด้านดังภาพ 1(ง) คือ ชุดทดลอง 1 ชุด ที่นำไปใช้ทดลอง

1.5 ผู้วิจัยตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองและเก็บรวบรวมผล ให้ได้อย่างถูกต้องตรงตามทฤษฎีและเห็นผลการทดลองชัดเจน แบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1) เรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ประกอบด้วย 1.1) แสดงความสัมพันธ์ของทิศทางของแรงสนามแม่เหล็ก ทิศกระแสไฟฟ้า และทิศสนามแม่เหล็ก 1.2) ความเข้มของ สนามแม่เหล็กที่ส่งผลต่อแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และ 1.3) อิทธิพลของกระแสไฟฟ้าที่ส่งผล ต่อแรงจากสนามแม่เหล็ก ดังภาพ 2



(ก)

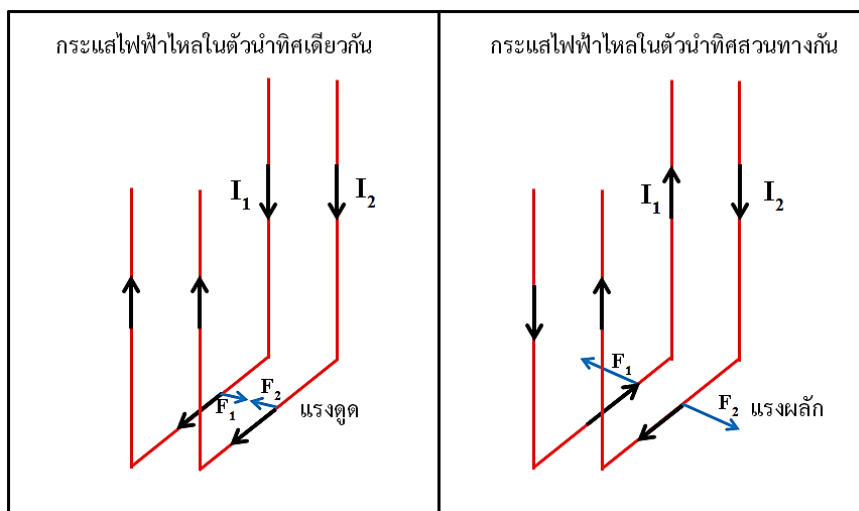


(ข)

ภาพ 2 (ก) ตัวอย่างการทดลอง เรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

(ข) ความสัมพันธ์ของทิศทางของแรงสนามแม่เหล็ก ทิศกระแสไฟฟ้า และทิศสนามแม่เหล็ก

2) เรื่อง กฎของแอมแปร์ ประกอบด้วย 2.1) ทิศของแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระทำกับตัวนำสอง เส้นที่มีกระแสไหลผ่าน และ 2.2) อิทธิพลของทิศกระแสไฟฟ้าที่ส่งผลต่อแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ดังภาพ 3



ภาพ 3 ทิศของแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระทำกับตัวนำสองเส้นที่มีกระแสไหลผ่าน

1.6 ผู้วิจัยตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองและเก็บรวบรวมผล ให้ได้อย่างถูกต้องตรงตามทฤษฎีและเห็นผลการทดลองชัดเจน

1.7 ทดสอบประสิทธิภาพที่ของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก กับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่ E1/E2 เท่ากับ 95/85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ที่ 80/80

1.8 เขียนเล่มคู่มือการใช้งาน

1.9 เตรียมนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก โดยผู้เชี่ยวชาญ

2.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการกำหนดรูปแบบแบบประเมิน และรวบรวมข้อมูล

2.2 กำหนดรูปแบบและสร้างแบบประเมิน ซึ่งแบบประเมินคุณภาพที่ของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่พัฒนาขึ้น เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Taweerat, 1995) จำนวน 24 ข้อ แบ่งเป็นการประเมินคุณภาพที่ใน 4 ด้าน คือ 1) ลักษณะทางกายภาพที่ทั่วไป จำนวน 4 ข้อ 2) ลักษณะการใช้งาน จำนวน 5 ข้อ 3) การจัดสร้าง การติดตั้งชุดทดลอง การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม จำนวน 6 ข้อ 4) ความเหมาะสม ด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน จำนวน 9 ข้อ โดยความหมายของการประเมินคุณภาพที่สอดคล้องกับคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ คือ 0.00 – 0.50 (ใช้ไม่ได้) 0.51 – 1.50 (ต้องปรับปรุง) 1.51 – 2.50 (พอใช้) 2.51 – 3.50 (ดี) 3.51 – 4.00 (ดีมาก)

2.3 นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงตามคำแนะนำ

2.4 ผลการประเมินมาตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 สามารถนำไปใช้ได้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สำหรับทดสอบก่อนและหลังสิ้นสุดกระบวนการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบและกระบวนการในการวัดผล หลักการเขียนแบบทดสอบ

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ในหลักสูตร ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (5ปี) และสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ในหัวข้อเรื่องแรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียน

3.4 นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นำผลของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และค่าที่ได้ต้องมีค่าระหว่าง 0.67 - 1.00

3.5 นำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาจำนวน 30 คน ที่เคยเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ และนำคะแนนมาวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบมีค่าของความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.20 - 0.6 ค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.20 - 0.80 และค่าความเชื่อมั่น ($r_{tt} - KR 20$) เท่ากับ 0.72

3.6 คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ ทำเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร หลักการ จุดหมาย โครงสร้าง แนวการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนให้ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดประเมินผลการเรียน

4.2 ศึกษาความสอดคล้องและลำดับความสำคัญที่จัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ก่อนหลัง โดยพิจารณา ขอบข่ายเนื้อหาและกิจกรรมในรายวิชา

4.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดตามคำอธิบายรายวิชา

4.4 กำหนดเวลาเรียนให้เหมาะสมกับขอบข่ายเนื้อหาสาระหรือจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมที่กำหนด

4.5 จัดทำเอกสารกำหนดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหารายวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผลการเรียน

4.6 นำแผนการจัดการเรียน ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (IOC) เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข และค่าที่ได้ต้องมีค่าระหว่าง 0.67-1.00

4.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับชุดการทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้า และสนามแม่เหล็ก โดยชุดทดลองนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

1. ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในหัวข้อเรื่องแรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ เป็นข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่จัดทำไว้
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเรื่องแรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ ด้วยชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ตามแผนการเรียนรู้ที่ได้จัดทำไว้
3. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดิม
4. นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows เปรียบเทียบการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t – test for Dependent Sample)

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

1. ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรูปแบบการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น
2. กำหนดรูปแบบสอบถาม หัวข้อหลักและรายละเอียดของแบบสอบถามความคิดเห็น
3. สร้างแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามที่ให้ความสำคัญ 5 ระดับ คือ มากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (2) น้อยที่สุด (1) โดยผ่านการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ แบ่งเป็นการประเมินคุณภาพใน 2 ด้าน คือ 1) คุณค่าของชุดทดลอง จำนวน 7 ข้อ 2) ความรู้ความเข้าใจ จำนวน 3 ข้อ โดยความหมายของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่สอดคล้องกับคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ คือ 1.00 – 1.49 (น้อยที่สุด) 1.50 – 2.49 (น้อย) 2.50 – 3.49 (ปานกลาง) 3.50 – 4.49 (มาก) 4.50 – 5.00 (มากที่สุด)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยมีวิธีการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกแบบสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 จำนวน 90 คน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
2. ปฐมนิเทศนักศึกษาให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในหัวข้อเรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์
4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

5. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้จากทุกแผนการจัดการเรียนรู้
6. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในหัวข้อเรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ ฉบับเดิม
7. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ
8. หาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

ตาราง 1 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

จำนวน นักศึกษา	คะแนนเก็บระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)		คะแนนทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)		E1/E2 ตั้งเกณฑ์ไว้ (80/80)
63	$\bar{X}$	E1 (%)	$\bar{X}$	E2 (%)	
	18.97	95.00	17.00	85.00	95.00/85.00

จากตาราง 1 พบว่า นักศึกษาจำนวน 63 คน ที่ทดลองใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเก็บระหว่างเรียน 18.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.00 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังเรียน 17.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.00 มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 95.00/85.00 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ตาราง 2 ผลการประเมินคุณภาพทั้ง 4 ด้าน ของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ด้านที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	สรุปผล
1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	3.58	0.44	ดีมาก
2. ลักษณะการใช้งาน	3.67	0.46	ดีมาก
3. การจัดสร้าง การติดตั้งชุดทดลองการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม	3.94	0.10	ดีมาก
4. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน	3.89	0.13	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	3.77	0.28	ดีมาก

จากตาราง 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน การจัดสร้าง การติดตั้งชุดทดลอง การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม และความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยภาพรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.77$) จากคะแนนเต็ม 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.28) ซึ่งอยู่ในระดับ “ดีมาก” โดยผู้เชี่ยวชาญได้ความคิดเห็นว่าชุดทดลองมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ ช่วยอธิบายความรู้จากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม จะส่งผลให้นักศึกษาเข้าใจในทางแม่เหล็กมากขึ้น เหมาะแก่การนำไปเผยแพร่อบรมให้ครูที่สอนฟิสิกส์ดำเนินการจัดทำ และนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดการปฏิบัติที่สามารถต่อยอดสู่การเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายทางด้านฟิสิกส์ศึกษา

2. ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

การทดสอบ	จำนวน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	30	11.37	4.46	-12.15**	75	.00
หลังเรียน	76	30	18.26	4.82			

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 11.37 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 18.26 คะแนน และจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยคะแนนที่ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

ตาราง 4 ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองทั้ง 2 ด้าน โดยรวมของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

ด้านที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	สรุปผล
1. ด้านคุณค่าของชุดทดลอง			
1.1 นวัตกรรมมีความน่าสนใจ เกิดแรงจูงใจ อยากใช้งาน	4.19	0.51	มาก
1.2 นวัตกรรมใช้งานง่าย ไม่สับสน	4.00	0.58	มาก
1.3 นวัตกรรมมีความแข็งแรง คงทน	4.01	0.61	มาก
1.4 มีความสนุกสนาน	4.24	0.61	มาก

ด้านที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	สรุปผล
1.5 ขนาดเครื่องมือเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.24	0.69	มาก
1.6 เวลาในการใช้นวัตกรรมมีความเหมาะสม	4.01	0.71	มาก
1.7 ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.19	0.60	มาก
คะแนนเฉลี่ย	4.13	0.62	มาก
2. ด้านความรู้ความเข้าใจ			
2.1 นวัตกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	4.32	0.61	มาก
2.2 มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น หลังการใช้นวัตกรรม	4.27	0.57	มาก
2.3 สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต	4.28	0.60	มาก
คะแนนเฉลี่ย	4.29	0.60	มาก
คะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.21	0.61	มาก

จากตาราง 4 แสดงผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านคุณค่าของชุดทดลอง มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.13 คะแนน และด้านความรู้ความเข้าใจ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.29 คะแนน โดยภาพรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 จากคะแนนเต็ม 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 ซึ่งอยู่ในระดับ “มาก” นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าชุดทดลองมีความสวยงาม แปลกใหม่ ทันสมัย สามารถทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ไม่ซับซ้อน เห็นภาพที่ชัดเจนช่วยให้เข้าใจมากกว่าการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีอย่างเดียว อีกทั้งยังช่วยให้จดจำองค์ความรู้ได้ระยะยาวและสามารถนำไปใช้สอนในอนาคตได้

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนเก็บระหว่างเรียน 18.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.00 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังเรียน 17.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.00 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 แล้วพบว่าชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมีประสิทธิภาพ 95.00/85.00 และผลการประเมินคุณภาพทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน การจัดสร้าง การติดตั้งชุดทดลอง การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม และความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนของชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน จากผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านมีค่า 3.77 จากคะแนนเต็ม 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ซึ่งพิจารณาเทียบเกณฑ์จะอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปในการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของชุดทดลองแล้ว มีความถูกต้องตามหลักการและสอดคล้องกับทฤษฎีทางฟิสิกส์

2. ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 11.37 คะแนน จากคะแนนเต็ม

30 คะแนน และหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองครบทุกหัวข้อ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 18.26 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในหัวข้อเรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ ที่เรียนรู้ด้วยชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากชุดทดลองช่วยอธิบายความรู้จากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม จะส่งผลให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจในการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Akkaratheeranun (2012) ชุดทดลองช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น เป็นการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลอง จากผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในด้านคุณค่าของชุดทดลอง มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.13 คะแนน และด้านความรู้ความเข้าใจ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.29 คะแนน โดยภาพรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 จากคะแนนเต็ม 5.00 อยู่ในระดับมาก เนื่องจากที่ผ่านมาในการศึกษาเรื่อง แรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และกฎของแอมแปร์ จะเป็นการศึกษาในเชิงทฤษฎี ดูจากรูปภาพในหนังสือ ทำให้นักศึกษาขาดความสนใจ ขาดความกระตือรือร้นในการอยากเรียนรู้ แต่พอได้เห็นเครื่อง ได้ลงมือปฏิบัติ จะช่วยกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความอยากเรียนรู้ มีความสนุกสนาน สามารถทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ไม่ซับซ้อน เห็นภาพที่ชัดเจนช่วยให้เข้าใจมากกว่าการเรียนเฉพาะทฤษฎีอย่างเดียว อีกทั้งยังช่วยให้จดจำองค์ความรู้ได้ระยะยาวและสามารถนำไปใช้สอนในอนาคตได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Collins (2002, pp. 3-11) อีกทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างชุดทดลองมีราคาไม่แพง หรือสามารถหาอุปกรณ์อื่นมาดัดแปลงใช้แทนได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้สอนควรจะมีการเตรียมความพร้อมในทุกๆ ด้านทั้งทางด้านความรู้ ความเข้าใจรูปแบบการสอน การใช้สื่อการสอน เนื้อหาบทเรียนที่จะใช้สอนเตรียมรับกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตลอดการดำเนินการจัดการเรียนรู้
2. ผู้สอนควรเอาใจใส่และใส่ใจ ให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยสังเกตผู้เรียนขณะทำการทดลอง เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานองค์ความรู้ที่แตกต่างกัน
3. การแบ่งกลุ่มผู้เรียนในการทำการทดลองถือว่าสำคัญ ควรใช้วิธีการจัดให้ผู้เรียนภายในกลุ่มให้มีความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ได้อย่างสมดุล คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน รวมทั้งความสามารถและข้อมูลพื้นฐานคะแนนสอบของผู้เรียนปีการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อให้ได้กลุ่มที่มีคุณภาพตามศักยภาพของผู้เรียน

References

- Akkaratheeranun, T. (2012). *Development of a high efficiency standing wave on a string apparatus for performing and experiment, teaching and learning activities in physics on wave*. Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Boonsawai, S. (1991). Problem solving concept in physics teaching. *IPST Magazine*, 19(73), 19-21. [in Thai]
- Boonyang, S., Srisanyong, S., and Singlop, S. (2016). A development of learning active package on ecosystem using cooperative leaning with STAD technique for grade 9 student. *Journal of Education Naresuan University*, 14(4), 223-237. [in Thai]
- Collins, A. (2002). How students learn and how teachers teach. In R. W. Bybee (ed.) *Science educators' essay collection: Learning science and the science of learning*, 3-11. Arlington, VA: National Science Teacher Association.
- Morkkrathok, P. (2002). *Development of an experimental set on linear motion for the upper secondary level* (Master's thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Moszkowski, A. (1970). *Conversations with Einstein*. New York: Horizon Press.
- Saksuparb, K. (2013). *Development of an instruction model (PECA) with emphasis on physics problems solving ability of upper secondary student* (Master's thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Taweerat, P. (1995). *Research methods in behavioral and social sciences*. Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]