บทความวิจัย

การพัฒนาการเรียนรู้เรื่องประจุและชนิดของประจุไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

DEVELOPMENT OF LEARNING ON ELECTRIC CHARGES AND TYPE OF ELECTRIC CHARGES FOR HIGH SCHOOL LEVEL USING INQUIRY-BASED INSTRCUTION

อภิดลน์ เจริญอักษร[1] สุพัฒน์พงษ์ ดำรงรัตน์[2] และ จิตรา เกตุแก้ว[3*]

Apidon Charoen-agsorn [1], Supattanapong Dumrongrattana [2] and Chittra Kedkaew[3*]

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย[1,2,3*]

Master of Science Program in Physics for Taecher, Faculty of Science,
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand [1,2,3*]

chittra.ked@kmutt.ac.th[3*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องประจุและชนิดของประจุไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้กระบวนการสืบเสาะความรู้ ซึ่งชุดกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น เพื่อใช้อธิบายเนื้อหาทางไฟฟ้าสถิตในหัวข้อ ประจุไฟฟ้า และชนิดของประจุไฟฟ้า ประกอบด้วย 3 การทดลอง ได้แก่ มายากลไฟฟ้าสถิต กิจกรรมการทำให้หลอดไฟสว่างได้โดยไม่เสียบปลั๊ก และกิจกรรมแรงจากไฟฟ้าสถิต เมื่อใดจึงจะ "ดูด" หรือ "ผลัก" โดยใช้เวอโซเรียม ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะมีขั้นตอนการดำเนินที่สอดคล้องตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 5E ประกอบด้วย 1) ตั้งคำถามจากปรากฏการณ์ไฟฟ้าสถิตที่เกาะกุมความสนใจของผู้เรียนและเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดหลัก 2) ออกแบบการทดลองเพื่อสืบค้นคำตอบให้แก่คำถามนั้น 3) กระตุ้นผู้เรียนให้สร้างคำอธิบายให้แก่ผลการทดลอง 4) เสริมข้อเท็จจริงหรือรายละเอียดเพื่อช่วยขยายความรู้ให้แก่ผู้เรียน และ 5) เตรียมแบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจที่เกิดขึ้นจริงกับผู้เรียน โดยชุดกิจกรรมนี้ถูกนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนดรุณสิกขาลัย แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผลจากการใช้ชุดกิจกรรมในทุกกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องประจุไฟฟ้าและชนิดของประจุ มีการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ได้แก่ การตั้งคำถามได้อย่างมีความหมาย สังเกตการทดลองอย่างถี่ถ้วน คิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความเข้าใจของตนเองขึ้นได้อย่างสอดคล้องกับแนวคิดทางฟิสิกส์ เกิดทัศนคติที่ดีต่อตัววิชา และผู้เรียนบางส่วนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

คำสำคัญ: กระบวนการสืบเสาะความรู้ ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 5E ประจุไฟฟ้า

ABSTRACT

This paper aimed to develop of learning on electric charges and type of electric charges that employing inquiry based instruction technique to high school students. The active learning kits covered two main points consisting of electric charges and types of electric charges with three items of demonstrations e.g. “Static electricity magic”, “How to make the lamp illuminate without plugging in” and “When to attract or repulse using Versorium”. This demonstrations were designed according to the 5E learning cycle including: 1) forming questions from engaging electrostatic phenomena and then linking to the principal concept; 2) designing an experiment to investigate the questions; 3) encouraging the students to provide explanations to support the experimental results; 4) elaborating the relevant facts/details for the students to expand their knowledge and; 5) preparing an assessment and evaluating students’ understanding. The learning kits were performed on three groups of 6-7 high school students from Darunsikhalai school of King Mongkut’s University of Technology Thonburi. It was found that the students had understanding on electric charges and types of electric charges and developed their learning skills, for instance, the skills to form meaningful questions, observing the experiment carefully, analyzing and synthesizing their own understanding that comply with the principal concept. The students had positive attitude towards the subject taught. Moreover, some students can linked their knowledge to understanding phenomena in nature.

Keywords: inquiry based instruction, 5e learning cycle, charges

บทนำ

การเรียนการสอนสำหรับศตวรรษที่ 21 นี้ มีองค์ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ในแวดวงการศึกษาทั่วโลกกำลังตื่นตัวและมีแนวโน้มที่จะลดการเรียนข้อมูลความรู้ให้น้อยลง แต่ให้ความสำคัญกับการสร้าง “ทักษะการเรียนรู้” เพิ่มมากขึ้น มุ่งพาผู้เรียนสร้างความเข้าใจ วิเคราะห์ได้ เชื่อมโยงเป็น ประยุกต์และต่อยอดความรู้ให้ได้ดียิ่งขึ้น วิจารณ์ พานิช (Panich, 2013) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมาได้ตามศักยภาพที่มี ดังจะเห็นได้จากการส่งเสริมแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ อาทิ การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ แนวทางการเรียนรู้ผ่านโครงงาน แนวทางการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ตลอดจนถึงวิธีการประเมินผู้เรียนแบบ PISA (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) เป็นต้น ซึ่งล้วนตอกย้ำว่า การเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 นั้นเป็นการเรียนรู้สาระวิชาที่ควรจะเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของตัวผู้เรียนเอง โดยครูช่วยแนะนำและช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละ

คนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ ในฐานะของครูวิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ย่อมไม่ใช่เพียงแค่ตัวความรู้ แต่เป็นวิธีการในการค้นพบและสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้งานได้ในอนาคต โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การตั้งข้อสังเกต หรือข้อสงสัย การตั้งคำถาม คิดหาแนวทางของคำตอบ สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมด้วยการลงมือสำรวจ ทำการทดลอง เก็บข้อมูล ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และสร้างข้อสรุปที่ได้มาจากการเชื่อมโยงผลของการทดลองนั้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบและมองหาความสอดคล้องกับสมมติฐานหรือทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้อง ก่อนที่จะสังเคราะห์ขึ้นเป็นความรู้ความเข้าใจของตนเอง ทั้งหมดนี้คือ “การสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งเป็นหัวใจของกระบวนการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง (Coe, 1989) การจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนไทยโดยทั่วไป ยังคงมุ่งให้ความสำคัญกับข้อมูลความรู้และการประยุกต์ใช้ตัวความคิดรวบยอดมากกว่าการสร้างกระบวนการเพื่อนำพาให้ผู้เรียนค้นพบและเข้าถึงความรู้นั้นได้ด้วยตนเอง ยกตัวอย่างเช่น หัวข้อการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจเรื่องกฎของโอห์ม ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแส และความต้านทานไฟฟ้าในวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน และการคำนวณค่าพลังงานและค่าไฟฟ้าในครัวเรือนเป็นหลัก โดยยังไม่มีการให้ความสำคัญกับกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงเรื่องธรรมชาติพื้นฐานของไฟฟ้า เนื่องจากหัวข้อไฟฟ้าสถิตไม่ได้ถูกระบุไว้ในหลักสูตร (Ministry of Education, 2008) อาจมีเพียงกิจกรรมเรียกความสนใจจากผู้เรียน เช่น มายากลลูกโป่งดูดผม หลอดดูดทิชชู หรือสายน้ำโค้ง ที่ครูใช้เปิดชั้นเรียนก่อนนำเข้าสู่เนื้อหาเรื่องไฟฟ้าของแต่ละช่วงชั้น และเนื้อหามักเน้นไปในเรื่องของการประยุกต์ใช้งาน เช่น วงจรไฟฟ้า วัสดุตัวนำและฉนวน และปริมาณทางไฟฟ้า เป็นต้น

การเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าสถิต เป็นการทำความรู้จักกับธรรมชาติของ “ประจุไฟฟ้า” ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำพาผู้เรียนก้าวไปสู่ความเข้าใจกลไกเบื้องหลังปรากฏการณ์ที่มีในธรรมชาติ และกระตุ้นการอยากเรียนรู้ให้มากขึ้นต่อไป ซึ่งความรู้ในเรื่องไฟฟ้าสถิต จะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องสมบัติของประจุไฟฟ้า ที่สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ อาทิ ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า รวมถึงการนำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องฟอกอากาศ หรือในอุปกรณ์สำนักงานที่เราคุ้นเคย ได้แก่ เครื่องถ่ายเอกสาร หรือนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น การพ่นสีรถยนต์ และระบบกำจัดฝุ่นละอองบริเวณปล่องควันโรงงานเพื่อควบคุมมลพิษทางอากาศ ยิ่งไปกว่านั้น ทุกวันนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังสามารถพิสูจน์และให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของประจุไฟฟ้าว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตเราอย่างใกล้ชิดในอีกหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นกลไกในระบบร่างกายของมนุษย์และสัตว์ เช่น การถ่ายทอดสัญญาณระบบประสาท การเต้นของกล้ามเนื้อหัวใจ ที่เป็นเรื่องของไฟฟ้าเคมี ไปจนถึงเทคโนโลยีในของใช้ทั่วไป อย่างเช่น เทปกาว ฟิล์มพลาสติกห่ออาหาร (food wrap) หรือแม้กระทั่ง

ในการค้นพบใหม่ ๆ อาทิเช่น กลไกการยึดเกาะของตีนตุ๊กแกบนผนัง (Integrative Graduate Education and Research Traineeship, 2015) ที่มีงานวิจัยได้อธิบายว่าเกิดขึ้นจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล หรือ แรงแวนเดอวาลส์ซึ่งเป็นแรงจากประจุไฟฟ้า และมีการนำความรู้จากงานวิจัยดังกล่าวไปพัฒนาต่อยอดจนเกิดเป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ ๆ เช่น เทปตีนตุ๊กแกเทปทนแรงดึงสูง ผลิตจากวัสดุขนาดนาโน โดยใช้หลักการยึดเกาะของตีนตุ๊กแก รวมถึงได้มีความพยายามนำไปใช้สร้างหุ่นยนต์ไต่ผนัง เพื่อใช้งานด้านต่าง ๆ (Rincon, 2012) เป็นต้น

จากประสบการณ์ทำงานของผู้วิจัยที่โรงเรียนดรุณสิกขาลัย แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนแนวนวัตกรรมที่ใช้หลักการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้พบว่าธรรมชาติความสนใจวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่นี่มีความคล้ายคลึงกับเด็กโดยทั่วไป คือมีความคิดและจินตนาการ สนใจในความมหัศจรรย์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ และการทดลองสนุก ๆ ในชั้นเรียน สิ่งที่แตกต่างก็คือเวลาราวครึ่งหนึ่งของตารางเรียนถูกจัดให้กับการทำโครงงานศึกษาที่ผู้เรียนตั้งหัวข้อขึ้นตามความสนใจ ดังนั้นการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ในวิชาพื้นฐานต่าง ๆ จะต้องมีส่วนช่วยในการให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจที่ได้ไปใช้ในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้สร้างหัวข้อโครงงานตามความสนใจของตนเอง ภายใต้เงื่อนไขเวลาและการให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อโครงงานที่สนใจ จึงเป็นความท้าทายอย่างยิ่งของครูผู้สอนทุกวิชา รวมถึงชั้นเรียนฟิสิกส์ในระดับมัธยมต้นที่ผู้วิจัยรับผิดชอบดูแล ที่จะต้องจัดเรียงเนื้อหาภาคทฤษฎีและการทดลองต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกันและมีลักษณะเนื้อหาจากง่ายไปยากตามลำดับ โดยการออกแบบชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายในการเป็นโรงเรียนแนวนวัตกรรม ที่ผู้เรียนจะต้องเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และสามารถนำแนวคิดพื้นฐานไปต่อยอด หรือขยายโอกาสที่ผู้เรียนจะสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ในโครงงานหรือการเรียนรู้เนื้อหาในระดับที่สูงขึ้นต่อไปได้อีก ผู้วิจัยเริ่มลงมือค้นคว้าข้อมูลกระบวนการจัดเรียนแบบต่าง ๆ และได้พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีความสอดคล้องต่อแนวทางของโรงเรียน คำว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้นเป็นคำที่มีความหมายกว้าง ครอบคลุมกระบวนการจัดการสอนหลากหลายรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นการเรียนรู้ โดยขั้นตอนการเรียนรู้ 5E เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กุศลิน มุสิกุล (Musikul, 2014) ที่เริ่มด้วยประเด็นคำถาม การจะเกาะกุมความสนใจของผู้เรียน นำพาไปสู่การสร้างความรู้และความเข้าใจใหม่ ๆ อย่างเชื่อมโยงและกลับไปสู่การตั้งคำถามใหม่ ซึ่งเป็นลำดับขั้นตอนที่เหมาะต่อการจัดการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนจะใช้กระบวนการนี้ จะต้องวางตัวเองไว้ในฐานะ “ผู้อำนวยให้เกิดการเรียนรู้” วิจารณ์ พานิช (Panich, 2013) พร้อมกันนั้น ผู้เรียนจะปรับเปลี่ยนตัวเองไปเป็น “ผู้สร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง” ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้มีประสิทธิผล สอดคล้อง และเหมาะสมกับแนวทางของโรงเรียนที่มุ่งสร้างนวัตกรรมเป็นอย่างมาก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบกิจกรรมเรื่องประจุไฟฟ้าและชนิดของประจุไฟฟ้า ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา เรื่องประจุไฟฟ้า และชนิดของประจุไฟฟ้า โดยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 5E

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของประจุไฟฟ้า และชนิดของประจุไฟฟ้า

2. ผู้เรียนสามารถทดสอบ และหาคำตอบจากการอาศัยกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้

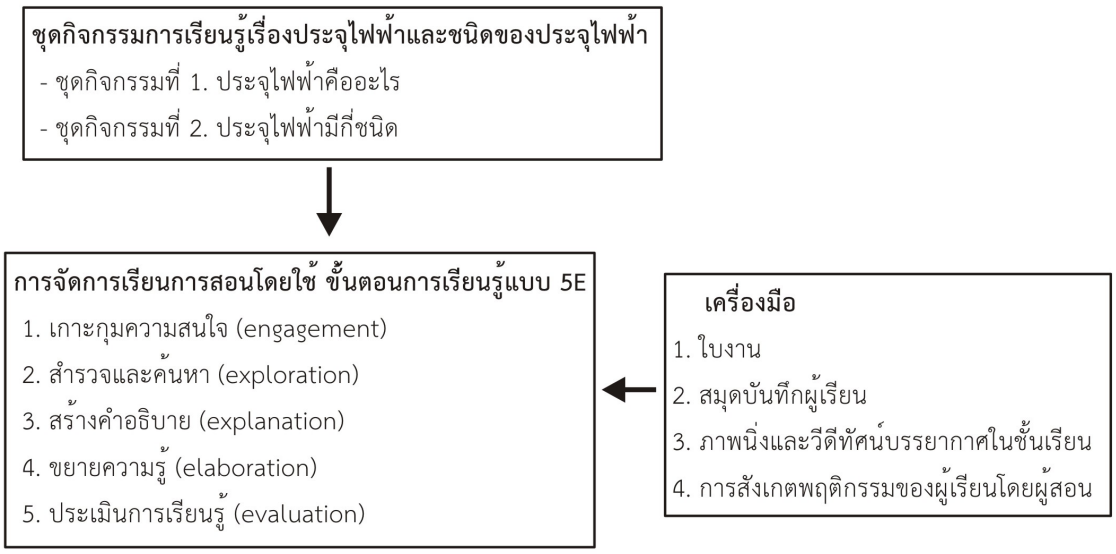
3. ได้แนวทางการจัดการเรียนการสอนเรื่องประจุไฟฟ้า และชนิดของประจุไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ของโรงเรียนดรุณสิกขาลัย

2. หัวข้อของการจัดการเรียนการสอนครอบคลุมเนื้อหาในวิชาไฟฟ้าสถิต เรื่องธรรมชาติของประจุไฟฟ้า และชนิดของประจุไฟฟ้า

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการดำเนินงานจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างและปัจจัยแวดล้อม เครื่องมือที่ใช้ และขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 2 ได้แก่ ส่วนของการออกแบบชุดกิจกรรม และการนำชุดกิจกรรมไปใช้

1. กลุ่มตัวอย่างและปัจจัยแวดล้อม

กลุ่มตัวอย่างผู้เรียนในแต่ละรุ่นเองก็ยังมีเงื่อนไขเฉพาะที่แตกต่างกันไป ได้แก่ คละอายุ คละชั้นเรียน คละความถนัดหรือแผนการเรียน รวมถึงจำนวนชั่วโมงเรียนที่ฝ่ายดูแลหลักสูตรจะสามารถจัดให้แก่หน่วยวิทยาศาสตร์ของกลุ่มผู้เรียนในแต่ละรุ่น แต่ละภาคการศึกษา สำหรับผู้เรียนหรือนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยเลือกในการทำวิจัย เป็นนักเรียนจากโรงเรียนดรุณสิกขาลัย แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 3 รุ่น ในช่วงระยะเวลา 2 ปีการศึกษา โดยข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างแต่ละรุ่นและเงื่อนไขเฉพาะที่ต้องพิจารณาประกอบในการออกแบบชั้นเรียน มีดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมปลาย (ม.4-ม.6) แผนการเรียนวิทย์-ศิลป์ จำนวน 7 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมปลาย (ม.4-ม.6) แผนการเรียนศิลป์-สังคม จำนวน 7 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 คน

จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้งหมด ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องประจุและชนิดของประจุไฟฟ้า แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน ใบงาน ชุดข้อมูลความรู้

3. ลำดับขั้นตอนการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องประจุและชนิดของประจุ

3.1 ศึกษาทฤษฎีและทำความเข้าใจแนวทางการออกแบบชั้นเรียนด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 5E

3.2 สำรวจ และพิจารณาความต่อเนื่องของหัวข้อไฟฟ้า ตามหลักสูตรแกนกลางวิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ ร่วมไปกับการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานทางไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ปรากฏขึ้นเรียงตามลำดับเวลาของการค้นพบ เพื่อทำความเข้าใจบริบทของปัญหา และ “คำถามหลัก” รวมถึงการทดลองสำคัญที่นำไปสู่การค้นพบต่าง ๆ ศึกษาทบทวนความเข้าใจในทฤษฎีพื้นฐานทางไฟฟ้า ที่ปรากฏขึ้นเรียงตามลำดับเวลาของการค้นพบ

3.3 พิจารณาเงื่อนไขเฉพาะในการจัดชั้นเรียนของกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนแต่ละรุ่น ที่กำลังจะเข้ามาในภาคเรียนนั้น เพื่อทำการตั้งเป้าหมายและคัดเลือกประเด็นเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละรุ่น

3.4 แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็นตอนย่อย ๆ ซึ่งมีลำดับและแนวคิดของการออกแบบตาม

- เป้าหมาย หรือ ประเด็นการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้นั้น

- การตั้งคำถามนำ เพื่อหาแนวทางการสืบเสาะ

- ชุดการทดลองสาธิต อุปกรณ์ ใบงาน และชุดข้อมูลความรู้ สำหรับช่วงขยายความรู้สำหรับผู้สอน

- ชุดการทดลอง อุปกรณ์ และใบงาน สำหรับกลุ่มผู้เรียน

1. ทดสอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ในชั้นเรียน และเก็บข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน โดยผู้สอน และการบันทึกภาพนิ่งหรือวีดิทัศน์ของบรรยากาศในชั้นเรียน สมุดบันทึกของผู้เรียน

2. ประมวลข้อมูลทั้งหมด วิเคราะห์ และสรุปผลงานวิจัย

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ลักษณะชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องประจุและชนิดของประจุ

ชุดกิจกรรมที่ได้ออกแบบประกอบด้วย 2 ชุดกิจกรรมย่อย ที่ใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนเป็นชื่อกิจกรรม โดยมีลักษณะของกิจกรรมและการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ชุดกิจกรรมเรียนรู้และลักษณะกิจกรรมและการทดลองที่ใช้

ชุดกิจกรรมเรียนรู้ที่	ลักษณะกิจกรรมและการทดลองที่ใช้
1. ไฟฟ้าคืออะไร	มายากลไฟฟ้าสถิต เป็นกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมการทำให้หลอดไฟสว่างได้โดยไม่เสียบปลั๊ก
2. ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด	กิจกรรมแรงจากไฟฟ้าสถิต เมื่อใดจึงจะ “ดูด” หรือ “ผลัก” โดยใช้เวอโซเรียม

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ชุดกิจกรรมเรียนรู้ที่ออกแบบ ประกอบด้วยกิจกรรมและการทดลองย่อย ดังนี้

1.1 ชุดกิจกรรมที่ 1 ไฟฟ้าคืออะไร

ชุดกิจกรรมที่ 1 นี้ ต้องการให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึงที่มาของประจุไฟฟ้า จากแนวคิดหลักที่ว่า กระแสไฟฟ้า ได้จากการไหลของประจุ (มักเกิดกับ ประจุลบ หรือ “อิเล็กตรอน”) ทุกเรื่องราวของไฟฟ้า จะต้องเกี่ยวข้องกับประจุ โดยเริ่มในคาบแรกของการเปิดชั้นเรียนไฟฟ้าด้วย

กิจกรรมสนุกกับมายากลไฟฟ้าสถิต ถือเป็นการเรียนรู้แนวลงมือปฏิบัติอย่างแรกที่ถูกจัดเตรียมขึ้นให้ผู้เรียนได้ลองเล่นเอง เพื่อปลุกความสงสัยใคร่รู้ ให้ผู้เรียนบังเกิดคำถามขึ้นในใจเสียก่อนว่า “ไฟฟ้าคืออะไร” ก่อนที่จะนำเข้าสู่การลงมือทำการทดลองหลักต่อไป ซึ่งกิจกรรม

มายากลไฟฟ้าสถิตเป็นการนำเสนอปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าสถิตทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถหารูปแบบปรากฏการณ์เหล่านี้ได้จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่ละรายการใช้เวลาไม่มาก ดูคล้ายเป็นการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยมาจากวัยประถม เมื่อได้นำกลับมาเล่นอีกครั้งโดยที่ผู้เรียนเติบโตขึ้น มีทักษะการสังเกตที่ดีขึ้น นอกจากเป็นการทบทวนแล้วยังกระตุ้นความรู้สึกน่าอัศจรรย์ของไฟฟ้าสถิตภายใต้บรรยากาศผ่อนคลาย สนุกสนานของผู้เรียน

สำหรับการทดลองซึ่งเป็นการสำรวจและค้นหาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต ผู้วิจัยได้เสนอกิจกรรมเรื่อง “ทำให้หลอดไฟสว่างได้โดยไม่เสียบปลั๊ก” โดยผู้วิจัยได้แนวคิดมาจากเว็บไซต์ “สนุกกับไฟฟ้าสถิต โดย จันทร์ชัย หญิงประยูร” (Yingprayoon, 2014) เป็นการทดลองที่สร้างผลการเรียนรู้ชัดเจนดี แนวคิดของกิจกรรมนี้เป็นการทดลองการขัดสีวัตถุสองชนิดให้เกิดประจุไฟฟ้าบนผิวของวัตถุและเมื่อนำไปแตะที่หลอดไฟ จะทำให้หลอดไฟติดได้ แล้วทำให้หลอดไฟสว่างได้โดยไม่เสียบปลั๊ก ในกิจกรรมชุดนี้ผู้วิจัยได้เตรียมวัสดุ และอุปกรณ์หลายชนิดให้ผู้เรียนได้เลือกและทดสอบด้วยตนเอง

1.2 ชุดกิจกรรมที่ 2 ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด

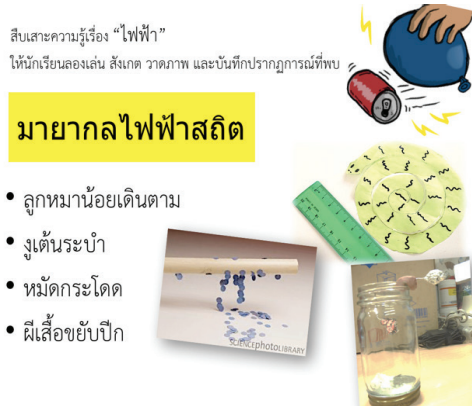
ชุดกิจกรรมที่ 2 นี้ ต้องการให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึง ชนิดของประจุไฟฟ้า วัตถุแต่ละชนิดมีความสามารถ “ให้” และ “รับ” อิเล็กตรอนไม่เท่ากัน มีผลต่อการเกิดสภาพประจุเป็น “บวก” หรือ “ลบ” เมื่อนำมาขัดสีกัน โดยวัตถุที่สูญเสียอิเล็กตรอนจะกลายเป็น “ประจุบวก” และวัตถุที่รับ อิเล็กตรอนเพิ่ม จะกลายเป็น “ประจุลบ” โดยใช้เวอโซเรียม (Padilla, 2009) เป็นการทดลองที่มีลำดับต่อจากการทดลอง การทำให้หลอดไฟสว่างได้โดยไม่เสียบปลั๊ก ในข้างต้น เวอโซเรียมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบการมีประจุไฟฟ้าอย่างง่าย ผู้เรียนสามารถออกแบบเวอโซเรียมของตนเอง โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่รอบตัว และทำการทดลอง ทดสอบการมีของประจุที่ได้จากการขัดสีใน โดยเวอโซเรียมจากการเตรียมด้วยตนเองของผู้เรียนจะมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างและประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งความไม่เหมือนกันนี้เองที่จะใช้เป็นส่วนขยายความผู้ที่ผู้สอนสามารถให้กับผู้เรียนได้ จากรูปที่ 1 แสดงส่วนหนึ่งของเอกสารประกอบการเรียน อุปกรณ์การทดลองและบรรยากาศในชั้นเรียน ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

2. ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อนำชุดกิจกรรมที่ได้ออกแบบ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และวัดผลการเรียนรู้จากลักษณะการตอบคำถาม ใบงาน สมุดบันทึกของผู้เรียน และการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

2.1 ข้อมูลที่ได้ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรม

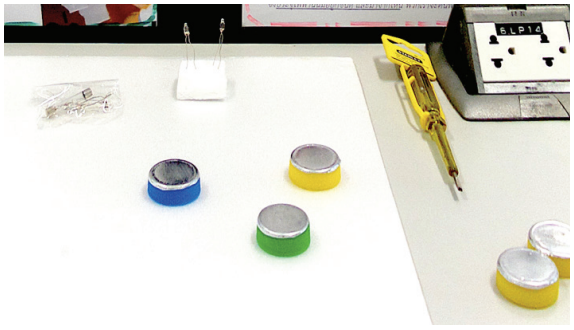
สามารถสรุปลักษณะคำถามและคำตอบของผู้สอนและผู้เรียน ตามลำดับ ได้ดังตารางที่ 2



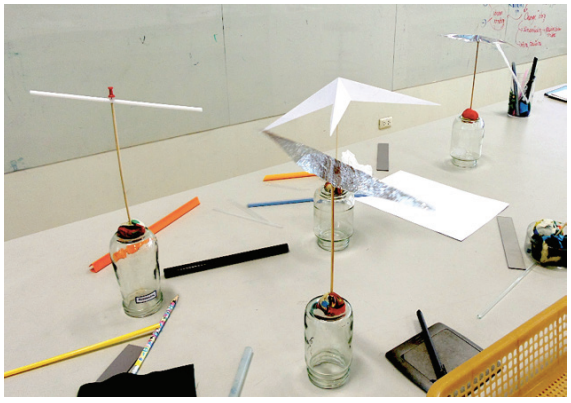
(ก)



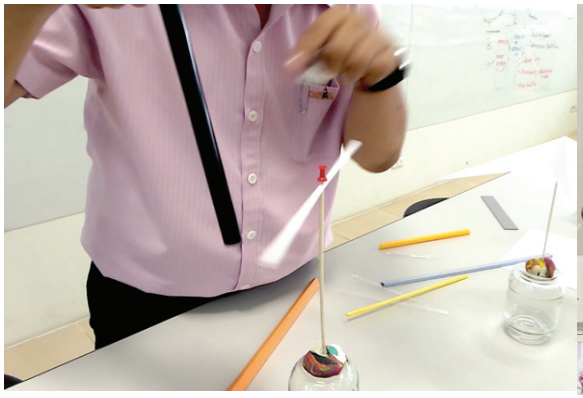
(ข)



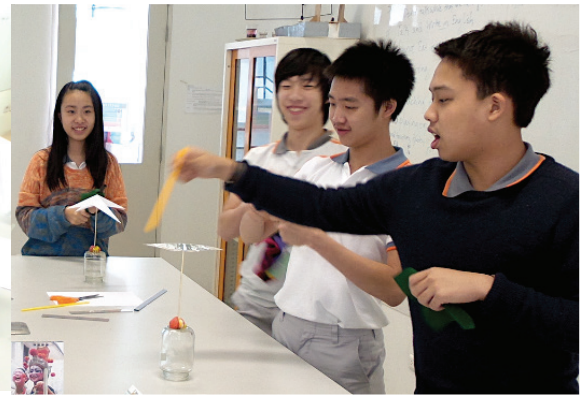
(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

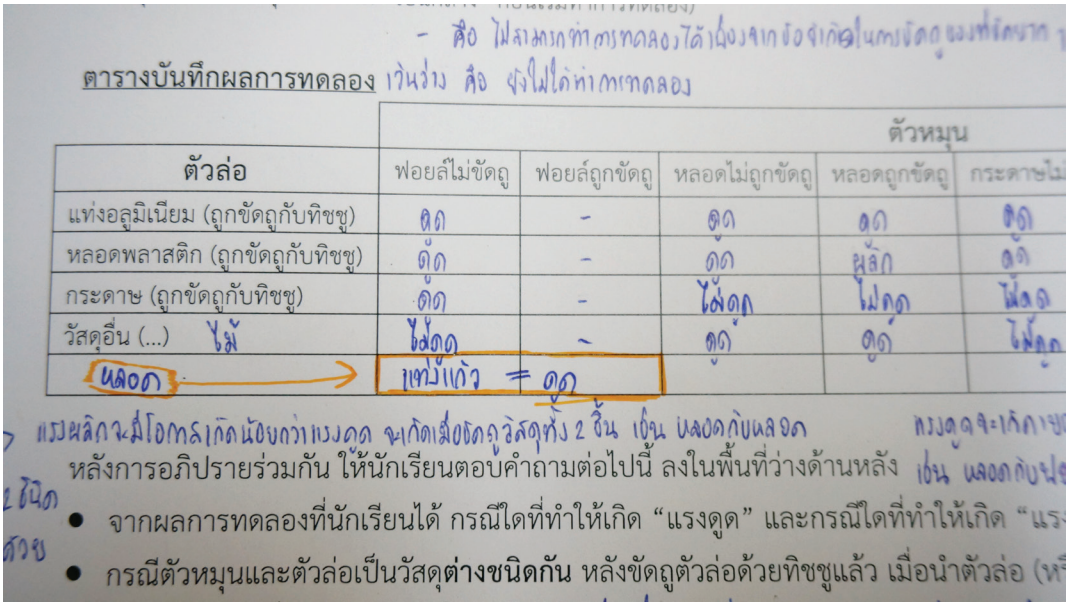
ภาพที่ 1 ส่วนหนึ่งของเอกสารประกอบการเรียน (ก-ข) อุปกรณ์การทดลอง (ค-ง) และบรรยากาศในชั้นเรียน (จ-ฉ)

ตารางที่ 2 คำถามของผู้สอนและคำตอบของผู้เรียนในการทดลองเรื่องต่าง ๆ

ลักษณะคำถามของผู้สอน	**ลักษณะท่าที การแสดงออก และคำตอบของผู้เรียน**
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าคืออะไร	
กิจกรรม มายากลไฟฟ้าสถิต	
“คิดว่าไฟฟ้าสถิต คืออะไร” หรือ “แล้วเรารู้ได้อย่างไรว่า ไฟฟ้าสถิต เป็น ไฟฟ้าจริง ๆ”	“เพราะเคยรู้แบบนี้ ก็เชื่อมาโดยตลอด” “เพราะไฟฟ้าสถิต มีคำว่า ไฟฟ้า อยู่ด้วย” “เพราะว่าครูบอก...” หรือ “ก็ไม่แน่ใจเหมือนกัน ว่า ไฟฟ้าสถิต นั้นคือ ไฟฟ้า จริงหรือไม่”
กิจกรรม ทำให้หลอดไฟสว่างได้โดยไม่เสียบปลั๊ก	
“คิดว่าไฟฟ้าคืออะไร”	“.. น่าจะเป็นละอองเล็ก ๆ ที่เกิดจากการขัดสี”
“ตกลงคิดว่า ไฟฟ้าสถิต เป็น ไฟฟ้า หรือไม่”	“ไฟฟ้าสถิต เป็น ไฟฟ้า เพราะในเมื่อหลอดไฟในไขควงติดสว่างได้ ด้วยไฟฟ้าที่อยู่ในปลั๊ก ดังนั้นการที่หลอดไฟที่ใช้ทำการทดลองติดสว่างขึ้นมาได้ ก็ต้องเป็นเพราะไฟฟ้าด้วย”
“แล้วจากการทดลองนี้ คิดว่า “ไฟฟ้า” หรือ “ไฟฟ้าสถิต” ควรจะมีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร”	“คือ อิเล็กตรอน” “.. น่าจะเป็นละอองเล็ก ๆ ที่เกิดจากการขัดสี”
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด	
กิจกรรม แรงจากไฟฟ้าสถิต เมื่อใดจึงจะ “ดูด” หรือ “ผลัก” โดยใช้เวอโซเรียม	
“ทำไมจึงมีแรงผลักเกิดขึ้นระหว่างหลอดทั้งสอง” “คิดว่าหลอดทั้งสองมีประจุหรือไม่”	ผู้เรียนส่วนใหญ่ตอบได้อย่างค่อนข้างมั่นใจว่ามีประจุ เพราะเห็นว่าหลอดทั้งสองนั้นถูกขัดถูกับทิชชู
“ระหว่างการเกิดแรงดูด กับแรงผลัก พวกเราคิดว่าประจุไฟฟ้ามีส่วนเกี่ยวข้องอย่างไร” “จากปรากฏการณ์ที่เห็นนี้ คิดว่าประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด”	ผู้เรียนบางคนเริ่มตอบว่า 2 ชนิด เป็น บวก และ ลบ ซึ่งแม้ว่าอาจเป็นข้อมูลเดิมที่ผู้เรียนเคยรู้มาก่อน แต่ครูจะช่วยเชื่อมโยงความรู้เดิมให้กลายเป็นความเข้าใจจากสิ่งที่ผู้เรียนพบในการทดลอง
“ประจุ 2 ชนิดบนวัตถุ เกี่ยวข้องกับ “แรงดูด” หรือ “แรงผลัก” อย่างไร”	“ประจุที่เหมือนกันจะผลักกัน ส่วนประจุที่ต่างกันจะดูดกัน”

จากลักษณะคำตอบของผู้เรียนในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนอาศัยประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือคำบอกเล่าจากครู ซึ่งเป็นลักษณะของความจำ โดยยังไม่เข้าใจถึงที่มาของไฟฟ้า หรือประจุไฟฟ้า ซึ่งการตอบคำถามของผู้เรียน จะมีอาการไม่แน่ใจและไม่มั่นใจในคำตอบของตนเอง (Charoenagsorn, 2016) เนื่องจากเป็นการใช้ประสบการณ์และคำบอกเล่า และผู้เรียนยังไม่ได้ผ่านการทดลองหรือศึกษาด้วยตนเอง และเมื่อให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองเพื่อหาที่มาของประจุไฟฟ้าด้วยตนเอง จะเห็นว่า เมื่อผู้สอนถามว่า "*คิดว่าไฟฟ้าคืออะไร*" ผู้เรียนส่วนใหญ่คิดว่าไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มีขนาดเล็ก อนุภาคเล็ก ๆ เหล่านั้น หรือ ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการขัดสี โดยไฟฟ้าสถิตก็คือไฟฟ้าเพราะสามารถทำให้หลอดไฟติดสว่างได้ ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่เป็นนักเรียนสายวิทยาศาสตร์พยายามจะอธิบายด้วยเรื่องของประจุไฟฟ้า หรืออิเล็กตรอน ซึ่งเป็นข้อมูลความรู้รอบตัวเดิมที่มีติดตัวมาก่อนแล้ว แต่มีนักเรียนสายศิลป์เพียงคนเดียวในกลุ่ม ที่พยายามจะอธิบายด้วยภาษาของตัวเองว่า "*.. น่าจะเป็นละอองเล็ก ๆ ที่เกิดจากการขัดสี*" เป็นต้น โดยผู้เรียนส่วนใหญ่มีความกล้ามากยิ่งขึ้นในการที่จะตอบคำถามผู้สอน แต่ลักษณะการตอบ ยังอาศัยความรู้เดิมประกอบอยู่

ในการทำกิจกรรมทุกกิจกรรมผู้วิจัยจะให้ผู้เรียนบันทึกผลการทดลอง ประกอบกับสรุปสิ่งที่เรียนในสมุดบันทึกตามความเข้าใจของตนเอง ดังตัวอย่างในภาพที่ 2 หลังจากนั้นจะให้ผู้เรียนได้มีการพูดคุยและแลกเปลี่ยนแนวความคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน ในชุดกิจกรรมแรงจากไฟฟ้าสถิตโดยใช้เวอโซเรียม พบว่า ผู้เรียนมีความมั่นใจในการตอบคำถามเพิ่มมากขึ้น และพยายามอธิบายถึงสิ่งที่ตนเองสังเกตได้จากการทดลอง ดังจะแสดงในใบงานที่ผู้เรียนได้เขียน โดยในช่วงเวลาของการถามตอบ ควรได้ให้ผู้เรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ครูผู้สอนมีหน้าที่ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามพูดหรือเสนอในสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจ โดยเสนอคำถาม และรอฟังคำตอบจากผู้เรียน โดยไม่เป็นผู้ตอบคำถามนั้นก่อนผู้เรียน ฝึกให้ผู้เรียนสังเกต และพยายามเขียนสิ่งเหล่านั้นออกมา จะมีผลทำให้ผู้สอนสามารถประเมินผลความเข้าใจของผู้เรียนได้ ภายหลังทำการทดลองต่าง ๆ ผู้สอนได้สอนเนื้อหาความรู้และสรุปผลเพิ่มเติมจากการทดลอง ซึ่งถือเป็นส่วนของการขยายความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปต่อยอดในหัวข้อต่อ ๆ ไปได้



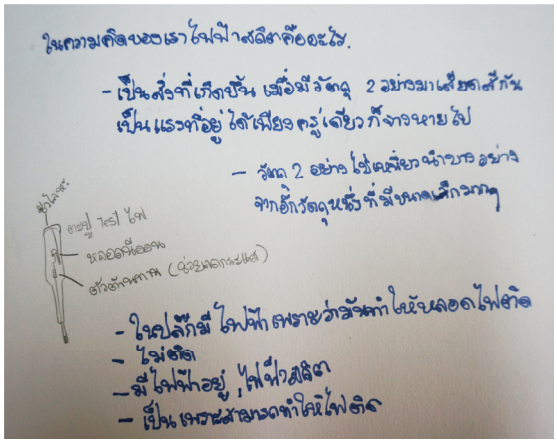
ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวล่อ	ตัวหมุน: ฟอยล์ไม่ขัดถู	ฟอยล์ถูกขัดถู	หลอดไม่ถูกขัดถู	หลอดถูกขัดถู	กระดาษไม่
แท่งอลูมิเนียม (ถูกขัดถูกับทิชชู)	ดูด	-	ดูด	ดูด	ดูด
หลอดพลาสติก (ถูกขัดถูกับทิชชู)	ดูด	-	ดูด	ผลัก	ดูด
กระดาษ (ถูกขัดถูกับทิชชู)	ดูด	-	ไม่ดูด	ไม่ดูด	ไม่ดูด
วัสดุอื่น (...) ไม้	ไม่ดูด	-	ดูด	ดูด	ไม่ดูด
หลอด	แท่งแก้ว = ดูด				

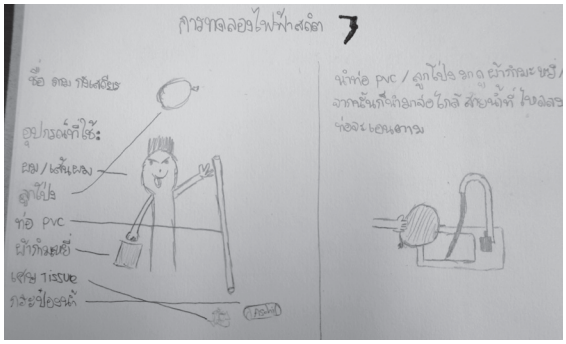
หลังการอภิปรายร่วมกัน ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ลงในพื้นที่ว่างด้านหลัง

- จากผลการทดลองที่นักเรียนได้ กรณีใดที่ทำให้เกิด “แรงดูด” และกรณีใดที่ทำให้เกิด “แร
- กรณีตัวหมุนและตัวล่อเป็นวัสดุ**ต่างชนิดกัน** หลังขัดถูตัวล่อด้วยทิชชูแล้ว เมื่อนำตัวล่อ (ห

(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบงาน (ก) และการเขียนบันทึกของผู้เรียน (ข-ค)

2.2 ความสัมพันธ์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้และกลุ่มตัวอย่าง

จากกิจกรรมและการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น จะเป็นได้ว่าการลำดับเนื้อหาความเข้าใจจากง่ายไปยาก โดยคำนึกถึงลำดับการค้นพบ จะมีต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งรูปแบบการดำเนินกิจกรรมจะเป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้ 5E ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขั้นตอนการเรียนรู้ 5E ที่สอดคล้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 5E	การทดลอง / กิจกรรม / เทคนิคการสอนและการจัดกิจกรรม
1. เกาะกุมความสนใจ (engagement)	มายากลไฟฟ้าสถิต เป็นกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อดึงความสนใจให้ผู้เรียนได้เรียนและลงมือปฏิบัติ
2. สำรวจและค้นหา (exploration)	การทดลองทำให้หลอดไฟสว่างได้โดยไม่เสียบปลั๊ก และการทดลองแรงจากไฟฟ้าสถิต เมื่อใดจึงจะ “ดูด” หรือ “ผลัก” โดยใช้เวอโซเรียม ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทำการทดลองและสังเกตปรากฏการณ์จากการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต และพยายามพูดหรืออธิบายออกมาตามความเข้าใจของตนเอง
3. สร้างคำอธิบาย (explanation)	ให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดและผลการทดลองกับเพื่อในชั้นเรียน และพยายามหาความตอบจากสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลอง
4. ขยายความรู้ (elaboration)	ครูจะต้องรอให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองสังเกตได้และจะบันทึกไว้ แล้วจึงอธิบายผลการทดลอง พร้อมหยิบยกตัวอย่างที่ทำให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องนั้นมากยิ่งขึ้น
5. ประเมินการเรียนรู้ (evaluation)	ให้ผู้เรียนให้ได้ลงมือทำการทดลอง และหาคำอธิบายโดยอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมา

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าลักษณะการนำขั้นตอนการเรียนรู้แบบ 5E การจะให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในตัวเนื้อหาแต่เริ่มแรก กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนจะมีความสำคัญ ในขณะเดียวกันครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่เป็นมากกว่าครู โดยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการชั้นเรียน ที่จะต้องคอยแนะ กระตุ้น และทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ โดยการเสนอคำถามนำ และพยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่เห็นออกมา โดยอาศัยการสังเกตและความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ซึ่งจะมีส่วนในการให้ผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมต่อผู้เรียน และผลจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมจะพบว่า ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีมีความมั่นใจ และมีการสังเกตเพิ่มมากขึ้น (Charoen-agsorn, 2016) ซึ่งลักษณะพื้นฐานของผู้เรียนหรือกลุ่มตัวอย่างมีความสำคัญต่อการใช้ชุดกิจกรรมนี้ โดยได้เปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างของผู้เรียนและลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมนี้ โดยอาศัยการสังเกตของผู้วิจัย ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างของผู้เรียนและลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนภายหลังการใช้ชุดกิจกรรม

กลุ่มตัวอย่าง/แผนการเรียน	ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนภายหลังการใช้ชุดกิจกรรม
ระดับชั้นมัธยมปลาย/ วิทย์-ศิลป์	ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องของไฟฟ้าสถิต ผู้เรียนแสดงออกว่ามีความสนใจ กระตือรือร้น มีความตั้งใจในการขบคิดวิเคราะห์เพื่อตอบคำถาม และแสดงออกถึงอารมณ์สนุกสนาน ที่ได้ลงมือทำการทดลองและเรียนรู้ไปพร้อมกับเพื่อน ได้แลกเปลี่ยนแบ่งปันมุมมองและความรู้ให้แก่กันและกัน
ระดับชั้นมัธยมปลาย/ ศิลป์-สังคม	ผู้เรียนไม่ค่อยชอบการจดบันทึก แต่มีการแสดงความตั้งใจ และพยายามบันทึกข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ทั้งในใบงานและสมุดบันทึก แต่ยังขาดความละเอียดชัดเจน ต้องมีการพิจาณาคำตอบร่วมกับคำอธิบายในระหว่างการทำกิจกรรม ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องของไฟฟ้าสถิต ผู้เรียนมีความตั้งใจ มีวินัยดี มีพื้นฐานความกระตือรือร้นสนใจในชั้นเรียนดีสม่ำเสมอ

จากข้อมูลในตารางที่ 4 ผลการใช้ชุดกิจกรรมที่ได้ออกแบบ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มที่มีลักษณะพื้นฐานที่ต่างกัน ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยผู้วิจัยต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามกลุ่มผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 3 มีแนวคิดพื้นฐานในสายวิทยาศาสตร์ ทำให้ตัวผู้เรียนแสดงออกถึงความกระตือรือร้น และมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและการทดลอง ต่าง ๆ รวมถึงการจดบันทึก แต่สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนในแผนการเรียน ศิลป์-สังคม จะชอบทำการทดลองมากกว่าการจดบันทึก จึงยังทำให้ผู้เรียนขาดการคิดวิเคราะห์ ทำให้ผู้สอนจะต้องคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พยายามคิดและวิเคราะห์ผ่านการตั้งคำถาม โดยที่ผู้สอนจะต้องไม่เร่งรัดที่จะให้คำตอบกับผู้เรียน

ผลการใช้ชุดกิจกรรมนี้ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ 5E จะให้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยผู้เรียนได้เข้าใจถึงที่มาของประจุ และยังทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นอีกด้วย โดยรูปแบบของกิจกรรม และคำถามนำสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน และจำนวนผู้เรียน โดยผู้สอนมีหน้าที่ในสร้างคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบ โดยอาศัยการ

ทดลองและการลงมือปฏิบัติ และภายหลังลงมือปฏิบัติจะต้องมีเอกสารประกอบการบรรยายภาคทฤษฎีสำหรับส่วนขยายความรู้ นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มผู้เรียนทุกรุ่นมีความรู้ในเรื่องประจุและชนิดของประจุไฟฟ้ามากขึ้น มีพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ได้ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งด้านทักษะการสังเกตการทดลองอย่างถี่ถ้วน ตั้งคำถามได้อย่างมีความหมาย การจดบันทึก คิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ความเข้าใจของตนเองขึ้นได้อย่างสอดคล้องกับแนวคิดทางฟิสิกส์ มีความมั่นใจ มีความกระตือรือร้น สนใจ และเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้กลุ่มผู้เรียนไม่ควรมากจนเกินไป หากเป็นห้องเรียนในโรงเรียนทั่วไป ที่มีจำนวนผู้เรียนประมาณ 30-40 คน ควรต้องมีการปรับรูปแบบของกิจกรรมเป็นลักษณะของเชิงสาธิต และปรับการทดลองให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมตามความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงเรียน ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

2. การที่กลุ่มผู้เรียนอยู่ในระดับชั้นเดียวกัน เป็นเพื่อนและมีความสนิทสนมกัน จะทำให้บรรยากาศในห้องเรียนสนุก และตัวผู้เรียนมีความสนใจและสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้

3. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น จะได้ผลการเรียนรู้ที่ดีกว่า โดยครูจะต้องคอยกระตุ้นผู้เรียน และไม่ตอบผลเฉลยให้ผู้เรียนก่อน แต่รอให้ผู้เรียนมีการตอบหรือนำเสนอแนวคิดของตนเองมาก่อน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณดรุณสิกขาลัย โรงเรียนนวัตกรรมการเรียนรู้ แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และนักเรียนทุก ๆ คน ที่ให้โอกาสในการนำหน่วยการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตที่ออกแบบไปใช้จัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

REFERENCES

Charoen-agsorn, A. (2016). **Design of scientific learning modules on static electricity for high school level using inquiry-based instruction**. Master of Science (Physics Education). Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

Integrative Graduate Education and Research Traineeship (IGERT). (2015). **Major research efforts**. Retrieved January 10, 2015, from http://ciber.berkeley.edu/IGERT/?page_id=51

Coe, M.A. (1989). **The 5 E learning cycle model: adapted from Bybee, R.W. et.al.** Retrieved from http://www.ecapteach.com/survival%20traiining/lesson_16/5E_lcycle.pdf.

Ministry of Education, Office of the Basic Education Commission. (2008). **The basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** Retrieved October 8, 2015, from http://math.ipst.ac.th/wp-ontent/uploads/2015/PDF/Curriculum%202551.pdf. (in Thai)

Musikul, K. (2014). **Scientific inquiry**. Retrieved January 15, 2016, from http://earlychildhood.ipst.ac.th/archives/53. (in Thai)

Panich, V. (2013). **Enjoy learning in 21st century**. Bangkok: S. R. Mass Printing ProductsCo., Ltd. (in Thai)

Rincon, P. (2012). **The real Spider-Man: stickiness goes to the next level.**, BBC News website, 8 November 2012, Retrieved January 10, 2015, from http://www.bbc.com/news/science-environment-19875247

Padilla, M.J. (2009). **Science explorer: Physical Science teacher's edition**. USA: Pearson Education Inc.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). **Professional science teacher: approaches to learning and teaching effectiveness**. Bangkok: Intereducation Supplies Co., Ltd. (in Thai)

Yingprayoon, J. (2014). **Enjoy electrostatic.** Retrieved March 20, 2015, from http://www.neutron.rmutphysics.com/science-news/index.php?option=com_content&task=view&id=1706&Itemid=4. (in Thai)