

มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 Grade 12 Students' Misconception about Electric Induction

จักรพงษ์ กิตติพงษ์ธนากิจ¹ นครินทร์ พัฒนบุญมี² แสงฤกษ์ กลั่นบุศย์^{3*} และ นฤมล เอมะรัตน์⁴
Chakrapong Kittipongthanakit¹ Nakarin Pattanaboonmee² Saengkrit Klunboot^{3*} and
Narumon Emarat⁴

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, chakrapong.90@mail.kmutt.ac.th
(Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi)

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, nakarin.pat@mail.kmutt.ac.th
(Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi)

³คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, saengkrit.klu@mail.kmutt.ac.th
(Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi)

⁴คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, narumon.ema@mahidol.ac.th
(Faculty of Science, Mahidol University)

บทคัดย่อ

การเรียนการสอนเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่นำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสร้างสายดิน แต่อย่างไรก็ตามเนื้อหาในเรื่องนี้มีความซับซ้อนและค่อนข้างที่เป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบทดสอบวัดมโนคติที่เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้าบนตัวทำทรงกลมและอิเล็กโทรสโคป ซึ่งแบบทดสอบวัดมโนคติที่ออกแบบขึ้น มีจำนวน 3 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา 4 ประเด็นคือ การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำ การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำในอิเล็กโทรสโคป ผลของการต่อสายดินในอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำ และผลของการถอดสายดินและวัตถุเหนี่ยวนำออกจากอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำ จากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 44 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้ามาแล้ว จากนั้นวิเคราะห์ผลโดยการจัดกลุ่มคำตอบตามระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประยุกต์มาจาก Haidar (1997) พบว่ามีนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 24.3 โดยเฉลี่ย และ มีนักเรียนที่มีระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 42.9 โดยส่วนใหญ่ นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนใน 2 เรื่อง คือ ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในอิเล็กโทรสโคป คือ ประจุบวก คิดเป็นร้อยละ 86.4 และหลังจากต่อสายดินอิเล็กโทรสโคปจะเป็น กลางทางไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 84.1 จากผลการศึกษาสามารถนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนคติที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนให้เกิดมโนคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์และเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์ในอนาคตได้

คำสำคัญ: การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า มโนคติที่คลาดเคลื่อน อิเล็กโทรสโคป

ABSTRACT

The knowledge of electric induction was to apply in daily life. It is basic knowledge that is used to describe electricity generation and grounding. However, these contents are difficult to understand due to the complication of the main point which leads to misconceptions. Therefore, the researcher then created a conceptual test to survey the understanding of 44 grade 12 students about electric induction. It contains three questions, which cover 4 topics: 1) the motion of the electric charge when induced 2) the motion of the electric charge when induction occurs in the electroscope 3) the effect of earthing in an induced electroscope and 4) the effect of removing the ground wire and the induced object from the induced electroscope. The results were analyzed by group student responses according to the level of scientific understanding applied by Haidar. The results of the survey, there was an average number of students with a sound understanding of 24.3 % and found a large number of students with a misunderstanding of 49.2 %. Most of the students have mistaken ideas in 2 issues. First, the electric charges for 86.4%. Second, after grounding, the electroscope is neutral for 84.1%. This study can develop learning management to scientific concepts and well attitude in studying physics in the future.

KEYWORDS: Electric Induction, Electric Charges, Misconception, Electroscope

**Corresponding author, E-mail: saengkrit.klu@mail.kmutt.ac.th โทร. 086-3439558*

Received: 30 November 2020 / Revised: 15 February 2021 / Accepted: 15 February 2021 / Published online: 30 December 2021

บทนำ

ฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความพยายามของมนุษย์ที่จะศึกษาธรรมชาติและความสัมพันธ์ของสสารและพลังงาน นำไปสู่การสร้างแบบจำลอง ทฤษฎี และกฎที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ตั้งแต่ระดับอะตอมจนถึงจักรวาล (Moynihan, 1998) ความรู้ทางด้านฟิสิกส์จึงเป็นรากฐานในการศึกษาด้านต่าง ๆ เช่น ด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม การแพทย์ ทำให้เกิดการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันนำมาซึ่งความเป็นอยู่ที่ดีของคนในชาติ (ปริณดา ลิ้มปานานท์, 2547) กระทรวงศึกษาธิการจึงมอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานให้นักเรียนได้ศึกษาฟิสิกส์ เพื่อมุ่งหวังให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติบนพื้นฐานของความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) และมีพื้นฐานในการศึกษาฟิสิกส์ในระดับสูงหรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง (ไอนิง เจ๊ะเหลาะ อนุมัติ เดชนะ และสนน เสนาสวัสดิ์, 2555) แต่อย่างไรก็ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไทยค่อนข้างต่ำ (มนต์ชัย สิทธิจันทร์, 2547) เนื่องจากการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อันเนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านสติปัญญาของนักเรียน (ฉันทนา เขวาร์ปรีชา, 2553) และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ขาดการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (ภัสสร สอนพิมพ์พ้อ และโชคชัย ธนเอื้อง, 2557) อีกทั้งกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์ค่อนข้างเป็นนามธรรม ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ (French, 1998) โดยเฉพาะเนื้อหา เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งอธิบายด้วยหลักการทางฟิสิกส์ในระดับอะตอมที่ไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส จึงเป็นค่อนข้างยากต่อการทำความเข้าใจมากกว่าเนื้อหาอื่น (Ndelini, 2017; Stefaniou, et al., 2018) และเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลายประเด็น อีกทั้ง ยังส่งผลให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้อง

(Calilot & Xuan, 1993) การขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันหรือเกิดอันตรายแก่ชีวิตได้ ดังที่มีข่าวอุบัติเหตุให้เห็นอยู่บ่อยครั้ง เช่น การเกิดฟ้าผ่าอาคารสูงเนื่องจากไม่ติดตั้งสายล่อฟ้า การเกิดไฟลุกไหม้ในสถานียาน้ำมันในต่างประเทศ และการเกิดไฟฟ้ารั่วไหลในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ติดตั้ง สายดิน เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ด้วยเหตุผลข้างต้นทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น จึงสนใจที่จะศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าวและได้ออกแบบแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า โดยผ่านการประเมินและกลั่นกรองความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปสำรวจ มโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบางสะพานวิทยา จำนวน 44 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ศึกษาเรื่องดังกล่าวมาแล้วในขณะที่ศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดมโนคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้ประสบความสำเร็จได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจมโนคติของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์หรือหาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต วัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกัน
2. มโนคติที่คลาดเคลื่อน คือ ความรู้ ความเข้าใจ หรือประสบการณ์ของบุคคลที่ได้รับมาอย่างไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือไม่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ (ไอนิ่ง เจ๊ะเหลาะ และคณะ, 2555)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อนำผลการสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ไปออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนานักเรียนให้มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น
2. ผลของการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนาการระดับมโนคติของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งผ่านการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ใบรับรองเลขที่ KMUTT-IRB-COE-2020-031 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

1. ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบางสะพานวิทยา จำนวน 44 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ การเหนี่ยวนำไฟฟ้า โดยประเด็นที่ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนมี 4 ประเด็น คือ การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำ การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำในอิเล็กโทรสโคป ผลของการต่อสายดินในอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำ ผลของการถอดสายดินและวัตถุเหนี่ยวนำออกจากอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำ

เครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว33201) จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของปีการศึกษาที่ผ่านมาแล้วพิจารณาประเด็นที่นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดเพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยจากนั้นศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องการศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นที่ต้องการวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ประเด็นและได้สร้างแบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ โดยในแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 3 ข้อย่อยแสดงดังตารางที่ 1 โดยแบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้าถูกดัดแปลงมาจากหนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) และหนังสือ Physics for scientists and engineers : a strategic approach with modern physics (2015) โดยแบบทดสอบที่ได้มีเนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และแบบทดสอบได้ผ่านการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 จากสมการ (1) ได้ตรวจสอบหาความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.3-0.6 จากสมการ (2) และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.5-0.8 จากสมการ (3) ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ หลังจากนั้นนำแบบทดสอบวัดมโนคติไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของข้อสอบ

$$\text{ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence Index: IOC)} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N_i} \quad (1)$$

$$\text{ค่าความยากง่าย (p)} \quad p = \frac{R}{N_p} \quad (2)$$

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (D)} \quad D = \frac{R_H - R_L}{\frac{N_D}{2}} \quad (3)$$

ตาราง 1 ประเด็นที่ต้องการวัดมโนคติเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

ประเด็นที่ต้องการวัดมโนคติ	แบบทดสอบข้อที่
1. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำ	1.1, 1.2, 1.3
2. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำในอิเล็กโทรสโคป	2.1, 3.1
3. ระบุประจุไฟฟ้าและอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบนอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำและต่อสายดิน	2.2, 3.2
4. ระบุประจุไฟฟ้าและอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบนอิเล็กโทรสโคปเมื่อถอดสายดินและวัตถุที่นำมาเหนี่ยวนำออก	2.3, 3.3

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอมในหนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยหลังจากนั้นทำแบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า เป็นเวลา 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการจัดระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประยุกต์มาจากแนวคิดในการจัดระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของ Haidar (1997) แสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งเป็นแนวคิดที่เหมาะสมกับแบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นอัตนัยวิเคราะห์ระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากการตอบคำถามและอธิบายเหตุผลตามความเข้าใจของนักเรียน อีกทั้งยังมีการจัดให้นักเรียนที่ไม่ตอบคำถามและอธิบายเหตุผลไม่ตรงกับสิ่งที่ถามให้อยู่แยกจากระดับที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน

ตาราง 2 เกณฑ์ในการจัดระดับมโนคติที่ประยุกต์มาจากแนวคิดในการจัดระดับมโนคติของHaidar (1997)

กลุ่มระดับความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์	การพิจารณาคำตอบ	
	ตัวเลือก	การเขียนอธิบายเหตุผลของคำตอบ
กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Sound Understanding: SU)	ถูกต้อง	อธิบายเหตุผลได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และ สมบูรณ์ ซึ่งตรงตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU)	ถูกต้อง	อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ และไม่มีส่วนที่อธิบายผิด
กลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PUSM)	ถูกต้อง	อธิบายเหตุผลผิดทั้งหมด / อธิบายเหตุถูก และผิดปนกัน
กลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM)	ผิด	อธิบายเหตุผลไม่สอดคล้อง / อธิบายเหตุผลผิด / อธิบาย เหตุถูกและผิดปนกัน
กลุ่มที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)	ผิด	ไม่ตอบคำถาม / ไม่อธิบายเหตุผล

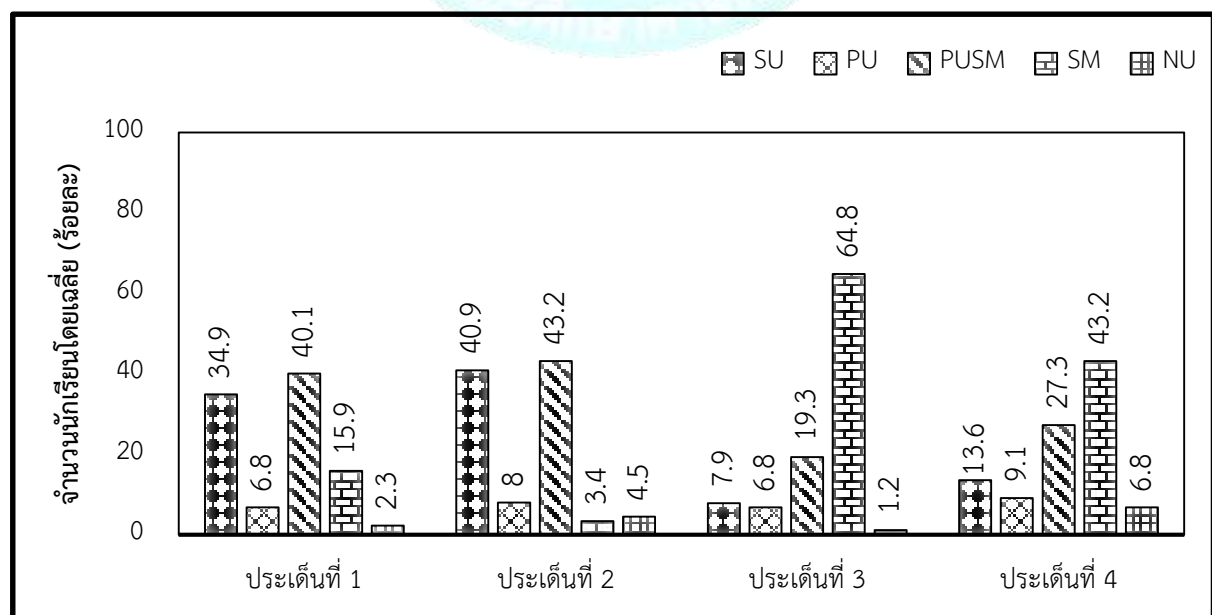
จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนดังนี้วิเคราะห์คำตอบและการให้เหตุผลประกอบของนักเรียนในแต่ละข้อคำถาม จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์มาจากแนวคิดในการจัดระดับมโนคติของ Haidar (1997) และนำข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไปนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อหาข้อสรุปของคำตอบเพื่อจัดกลุ่มระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ระดับโน้มนำทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางสะพานวิทยา เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า จากการตอบคำถามและการให้เหตุผลประกอบ โดยใช้เกณฑ์ในการจัดระดับโน้มนำทางวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์จากแนวคิดของ Haidar (1997) ดังแสดงในตารางที่ 2 สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามระดับโน้มนำทางวิทยาศาสตร์ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 1

ตาราง 3 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโน้มนำทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับ

ประเด็นที่ต้องการวัดโน้มนำทางวิทยาศาสตร์	แบบทดสอบข้อที่	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)				
		SU	PU	PUSM	SM	NU
1. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำ	1.1	25.0	18.2	40.9	11.4	4.5
	1.2	36.4	2.3	54.5	6.8	0.0
	1.3	43.2	0.0	25.0	29.5	2.3
	เฉลี่ย	34.9	6.8	40.1	15.9	2.3
2. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำในอิเล็กทรอนิกส์	2.1	45.5	0.0	50.0	2.3	2.3
	3.1	36.4	15.9	36.4	4.5	6.8
	เฉลี่ย	40.9	8.0	43.2	3.4	4.5
3. ผลของการต่อสายดินในอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกเหนี่ยวนำ	2.2	6.8	6.8	22.7	63.6	0.0
	3.2	9.1	6.8	15.9	65.9	2.3
	เฉลี่ย	7.9	6.8	19.3	64.8	1.2
4. ผลของการถอดสายดินและวัตถุเหนี่ยวนำออกจากอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกเหนี่ยวนำ	2.3	11.4	11.4	29.5	38.6	9.1
	3.3	15.9	6.8	25.0	47.7	4.5
	เฉลี่ย	13.6	9.1	27.3	43.2	6.8

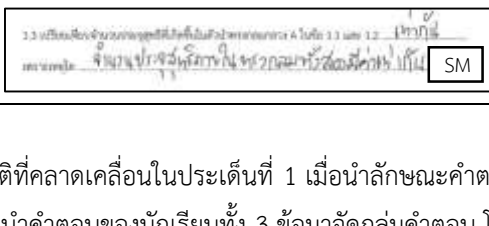
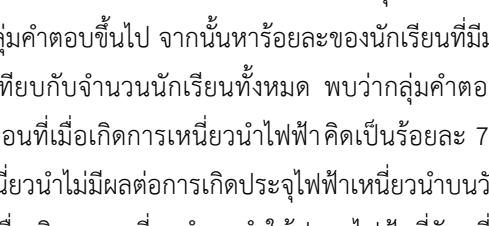


ภาพ 1 ร้อยละของนักเรียนโดยเฉลี่ยที่มีโน้มนำทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับ

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 1 สามารถวิเคราะห์แนวโน้มของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ดังนี้
 ประเด็นที่ 1 การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำ

จากการศึกษาแนวโน้มของนักเรียนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำ พบว่านักเรียนร้อยละ 34.9 โดยเฉลี่ยมีความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์ (SU) ที่สามารถตอบคำถามและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 6.8 โดยเฉลี่ยมีความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) ที่อธิบายการเหนี่ยวนำได้ถูกต้องว่าการนำวัตถุที่มีประจุเข้าใกล้ตัวนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนด้านใกล้ของตัวนำและเกิดประจุชนิดเดียวกันบนด้านไกลของตัวนำโดยที่ไม่สามารถอธิบาย การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าได้ มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วน (PUSM) มีมากถึงร้อยละ 40.1 โดยเฉลี่ย โดยมีลักษณะคำตอบที่นักเรียนสามารถบอกชนิดของประจุบนตัวนำได้ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลของการเกิดประจุไม่ถูกต้อง โดยได้ให้เหตุผลว่าประจุบวกจะเคลื่อนที่เมื่อเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าแบ่งเป็นนักเรียนที่เข้าใจว่าทั้งประจุบวกและประจุลบ เคลื่อนที่ร้อยละ 30.5 และนักเรียนที่เข้าใจว่าประจุบวกเคลื่อนที่ร้อยละ 9.6 นักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนทั้งหมด (SM) ร้อยละ 15.9 โดยเฉลี่ย ที่ระบุชนิดของประจุบนตัวนำไม่ถูกต้องและให้เหตุผลว่าประจุบวกเคลื่อนที่ และมีนักเรียนที่ไม่ตอบ คำถาม (NU) ร้อยละ 2.3 โดยเฉลี่ย

ตาราง 4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีแนวโน้มที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 1

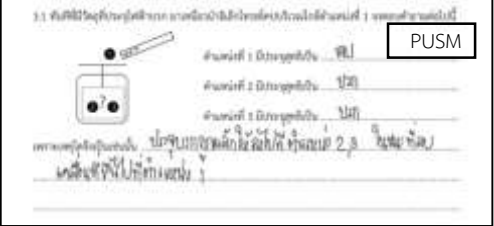
ลักษณะคำตอบของนักเรียน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
ประจุบวกมีการเคลื่อนที่	75.0	
ประจุลบจากวัตถุที่ถูกเหนี่ยวนำเคลื่อนที่ไปยังตัวเหนี่ยวนำ	43.2	
ประจุเหมือนกันออกแรงดูดกันหรือประจุต่างชนิดกันออกแรงผลักกัน	18.2	
จำนวนประจุที่นำมาเหนี่ยวนำไม่มีผลต่อการเกิดประจุไฟฟ้าบนวัตถุ	45.6	

จากตารางที่ 4 แสดงถึงลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีแนวโน้มที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 1 เมื่อนำลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีแนวโน้มที่คลาดเคลื่อนในข้อคำถามที่ 1.1, 1.2 และ 1.3 นำคำตอบของนักเรียนทั้ง 3 ข้อมาจัดกลุ่มคำตอบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบคำถามมีกลุ่มคำตอบที่คลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 กลุ่มคำตอบขึ้นไป จากนั้นหาร้อยละของนักเรียนที่มีแนวโน้มที่คลาดเคลื่อนตามกลุ่มคำตอบของนักเรียนในแต่ละกลุ่มคำตอบเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมด พบว่ากลุ่มคำตอบที่นักเรียนมีแนวโน้มที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือประจุบวกจะเกิดการเคลื่อนที่เมื่อเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 75.0 รองลงมาคือนักเรียนมีความเข้าใจว่าจำนวนของประจุไฟฟ้าที่นำมาเหนี่ยวนำไม่มีผลต่อการเกิดประจุไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนวัตถุคิดเป็นร้อยละ 45.6 นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 43.2 เข้าใจว่าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำจะทำให้ประจุไฟฟ้าที่วัตถุที่ถูกเหนี่ยวนำเคลื่อนที่ไปยังตัวเหนี่ยวนำ และนักเรียนร้อยละ 18.2 เข้าใจว่าประจุเหมือนกันจะออกแรงดูดกันหรือประจุต่างชนิดกันออกแรงผลักกัน

ประเด็นที่ 2 การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำในอิเล็กโทรสโคป

จากการศึกษาพบว่ามึนักเรียนร้อยละ 40.9 โดยเฉลี่ยสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำในอิเล็กโทรสโคปได้ถูกต้อง (SU) มึนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 8.0 โดยเฉลี่ย ซึ่งนักเรียนสามารถระบุประจุบนอิเล็กโทรสโคปได้ถูกต้องเพราะอ้างอิงถึงประจุบนวัตถุที่มาเหนี่ยวนำโดยไม่อธิบายถึงการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า นักเรียนร้อยละ 43.2 โดยเฉลี่ยที่สามารถระบุประจุบนอิเล็กโทรสโคปแต่ละตำแหน่งได้แต่เข้าใจว่าประจุบนมีการเคลื่อนที่ (PUSM) มึนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนทั้งหมด (SM) ที่ไม่สามารถระบุประจุบนอิเล็กโทรสโคปแต่ละตำแหน่งได้ถูกต้อง และให้เหตุผลไม่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 3.4 โดยเฉลี่ย และมึนักเรียนไม่ตอบหรือตอบโดยไม่มีหลักการ (NU) รวมเป็นร้อยละ 4.5 โดยเฉลี่ย

ตาราง 5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 2

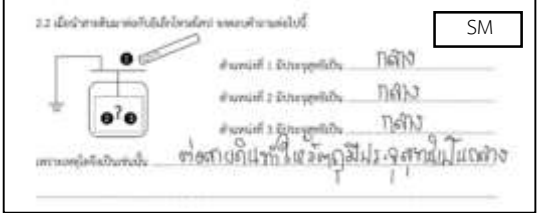
ลักษณะคำตอบของนักเรียน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
ประจุบนมีการเคลื่อนที่	86.4	
ประจุลบจากวัตถุที่ถูกเหนี่ยวนำเคลื่อนที่ไปยังตัวเหนี่ยวนำ	27.3	

จากตารางที่ 5 แสดงถึงลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 2 เมื่อนำลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมาจัดกลุ่มคำตอบในข้อคำถามข้อที่ 2.1 และ 3.1 จากนั้นหาจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนตามกลุ่มคำตอบของนักเรียนเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมด พบว่ากลุ่มคำตอบที่นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือประจุบนจะเกิดการเคลื่อนที่เมื่อเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าบนอิเล็กโทรสโคปคิดเป็นร้อยละ 86.4 และมึนักเรียนที่เข้าใจว่าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำจะทำให้ประจุไฟฟ้าที่วัตถุที่ถูกเหนี่ยวนำเคลื่อนที่ไปยังตัวเหนี่ยวนำคิดเป็นร้อยละ 27.3

ประเด็นที่ 3 ผลของการต่อสายดินในอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำ

จากการศึกษาพบว่ามึนักเรียนที่สามารถอธิบายผลของการต่อสายดินในอิเล็กโทรสโคปได้ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 7.9 โดยเฉลี่ย นักเรียนร้อยละ 6.8 โดยเฉลี่ยมีความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) ที่สามารถระบุชนิดของประจุบนอิเล็กโทรสโคปได้ถูกต้องแต่ยังไม่สามารถอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของประจุผ่านสายดินได้ชัดเจน มึนักเรียนที่มีมโนคติคลาดเคลื่อนบางส่วน (PUSM) คิดเป็นร้อยละ 19.3 โดยเฉลี่ย มีความเข้าใจว่าเมื่อมีการต่อสายดินจะทำให้ทั้งประจุลบและประจุบวกเกิดการเคลื่อนที่เพื่อทำให้วัตถุเป็นกลาง นักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนทั้งหมด (SM) มีมากถึงร้อยละ 64.8 โดยเฉลี่ย ที่มีความเข้าใจว่าเมื่อมีการต่อสายดินจะทำให้ประจุไฟฟ้าบนอิเล็กโทรสโคปในทุกตำแหน่งมีประจุไฟฟ้าเป็นกลางทั้งหมด และมึนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามหรือตอบคำถามโดยไม่มีหลักการ (NU) ในประเด็นนี้คิดเป็นร้อยละ 1.2 โดยเฉลี่ย

ตาราง 6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 3

ลักษณะคำตอบของนักเรียน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
ประจวบกับการเคลื่อนที่	81.8	
บอกทิศทางการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านสายดินผิด	61.4	
เมื่อต่อสายดินทุกตำแหน่งบนอิเล็กทรอนิกส์โคปจะมีสภาพเป็นกลาง	36.4	
การไหลของประจุลบผ่านสายดินไม่สัมพันธ์กับประจุส่วนเกินที่เกิดขึ้นบนอิเล็กทรอนิกส์โคป	18.2	

จากตารางที่ 6 แสดงถึงลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 3 เมื่อนำลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมาจัดกลุ่มคำตอบในข้อคำถามข้อที่ 2.2 และ 3.2 โดยนักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบคำถามมีกลุ่มคำตอบที่คลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 กลุ่มคำตอบขึ้นไป จากนั้นหาจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนตามกลุ่มคำตอบของนักเรียนเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมด พบว่ากลุ่มคำตอบที่นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือประจวบกับการเคลื่อนที่เมื่อเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 81.8 มีนักเรียนร้อยละ 61.4 ที่บอกทิศทางการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านสายดินผิด มีนักเรียนที่มีความเข้าใจว่าเมื่อต่อสายดินกับอิเล็กทรอนิกส์โคปจะส่งผลให้ทุกตำแหน่งบนอิเล็กทรอนิกส์โคปมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 36.4 และนักเรียนร้อยละ 18.2 ที่อธิบายการไหลของประจุลบผ่านสายดินไม่สัมพันธ์กับประจุส่วนเกินที่เกิดขึ้นบนอิเล็กทรอนิกส์โคป

ประเด็นที่ 4 ผลของการถอดสายดินและวัตถุเหนี่ยวนำออกจากอิเล็กทรอนิกส์โคปที่ถูกเหนี่ยวนำ

จากการศึกษาพบว่ามึนักเรียนร้อยละ 13.6 โดยเฉลี่ยสามารถอธิบายผลของการถอดสายดินและวัตถุเหนี่ยวนำออกจากอิเล็กทรอนิกส์โคปที่ถูกเหนี่ยวนำได้อย่างถูกต้อง (SU) มีนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 9.1 ที่ระบุประจวบกับอิเล็กทรอนิกส์โคปได้ถูกต้องแต่ไม่ได้อ้างถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า นักเรียนร้อยละ 27.3 โดยเฉลี่ย มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วน (PUSM) โดยสามารถระบุประจวบกับอิเล็กทรอนิกส์โคปได้ถูกต้อง แต่อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในอิเล็กทรอนิกส์โคปไม่ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 43.2 โดยเฉลี่ยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนทั้งหมด (SM) โดยที่ไม่สามารถระบุประจวบกับอิเล็กทรอนิกส์โคปในแต่ละตำแหน่งและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แบ่งเป็นนักเรียนร้อยละ 33.1 ให้เหตุผลว่าประจวบกับอิเล็กทรอนิกส์โคปจะมีสภาพเป็นกลางทั้งหมดเนื่องจากการต่อสายดิน และมีนักเรียนร้อยละ 10.1 ให้เหตุผลว่าเนื่องจากนำวัตถุที่นำมาเหนี่ยวนำออกจึงทำให้วัตถุมีสภาพเป็นกลาง และมีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามหรือตอบไม่มีหลักการ (NU) รวมเป็นร้อยละ 6.8 โดยเฉลี่ย

ตาราง 7 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 4

ลักษณะคำตอบของนักเรียน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
เมื่อต่อสายดินทุกตำแหน่งบนอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์จะมีสภาพเป็นกลาง	84.1	
ประจุบวกมีการเคลื่อนที่	72.7	

จากตารางที่ 7 แสดงถึงลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่ 4 เมื่อนำลักษณะคำตอบของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมาจัดกลุ่มคำตอบในข้อคำถามข้อที่ 2.3 และ 3.3 โดยนักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบคำถามมีกลุ่มคำตอบที่คลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 กลุ่มคำตอบขึ้นไป จากนั้นหาจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนตามกลุ่มคำตอบของนักเรียนเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมด พบว่ากลุ่มคำตอบที่นักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเมื่อต่อสายดินทุกตำแหน่งบนอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์จะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 84.1 และมีนักเรียนที่เข้าใจว่าประจุบวกเกิดการเคลื่อนที่คิดเป็นร้อยละ 72.7

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า จำนวน 3 ข้อ เพื่อนำไปศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางสะพานวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จากการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประจุไฟฟ้าได้แต่ไม่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำบนตัวนำใด ๆ และบนอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 40.1 และ 43.2 โดยเฉลี่ยตามลำดับ นอกจากนี้นักเรียนยังมีความเข้าใจว่าทุกตำแหน่งบนอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ที่ผ่านการเหนี่ยวนำไฟฟ้าจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อต่อสายดินและถอดสายดินกับอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์คิดเป็นร้อยละ 64.8 และ 43.2 โดยเฉลี่ยตามลำดับ ซึ่งการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อการศึกษาในระดับสูงต่อไป ดังนั้นแบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์จึงถือเป็นเครื่องมือชุดหนึ่งที่ช่วยตรวจสอบถึงความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถ่องแท้ในตัวนักเรียน จากข้อมูลที่สามารถได้นี้ครูผู้สอนสามารถนำไปออกแบบการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในประเด็นที่ 1 และประเด็นที่ 2 ที่วัดมโนคติเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำทั้งในตัวนำใด ๆ และในอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ ตามลำดับ พบว่ามีคำตอบที่แสดงถึงการมีมโนคติที่ไม่สมบูรณ์ไปในทิศทางเดียวกันคือนักเรียนสามารถระบุประจุไฟฟ้าบนตัวนำเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์ (PU) และมีนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประจุไฟฟ้าได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าไม่ถูกต้อง (PUSM) เนื่องจากความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเป็นสิ่งที่นามธรรมซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจ จึงเกิดความสับสนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ทำให้นักเรียนเข้าใจเพียงผลสุดท้ายที่เกิดขึ้น

(Guruswamy, Somers & Hussey, 1997) นอกจากนี้มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนทั้งหมด (SM) โดยไม่สามารถระบุประจุไฟฟ้าบนตัวนำเมื่อเกิดการเหนี่ยวนำได้ถูกต้อง และมีความเข้าใจว่าประจุบวกเคลื่อนที่ มโนคติที่ไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม (Stefaniou, *et al.*, 2018) อย่างไรก็ตามมโนคติที่ไม่สมบูรณ์ดังกล่าวสามารถแก้ไขและพัฒนาให้เกิดมโนคติที่ถูกต้องได้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม ดังที่ Mustafa (2007) ได้ออกแบบวิธีการพัฒนาความเข้าใจเรื่องโครงสร้างอะตอมโดยใช้กิจกรรมการสร้างแบบจำลองโครงสร้างอะตอมที่ทำมาจากลูกปัด (modelling atomic structure activity (MAS)) หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องมากกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.5

จากการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในประเด็นที่ 3 และประเด็นที่ 4 ที่วัดมโนคติเกี่ยวกับการผลของการต่อสายดินและการถอดสายดินที่ต่ออยู่กับอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประจุไฟฟ้าแต่ละตำแหน่งบนอิเล็กโทรสโคปได้ถูกต้องแต่ไม่อธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อมีการต่อสายดินได้อย่างสมบูรณ์ (PU) และอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าไม่ถูกต้อง (PUSM) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนเข้าใจว่าเมื่อมีต่อสายดินและนำสายดินออกจะทำให้ทุกตำแหน่งบนอิเล็กโทรสโคปมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า (SM) เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจว่าการต่อสายดินทำให้อิเล็กโทรสโคปสูญเสียประจุไฟฟ้าบวกหรือลบให้แก่ดิน เพราะนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้ากับการต่อสายดินได้ (Bilal & Eroglu, 2009) เนื่องจากมีนักเรียนที่มีมโนคติที่ไม่สมบูรณ์ในประเด็นที่ 1 และประเด็นที่ 2 ซึ่งเป็นประเด็นพื้นฐานจำนวนมากทำให้ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการอธิบายผลของการต่อสายดินและถอดสายดินที่ต่ออยู่กับอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติที่ถูกต้องในประเด็นพื้นฐานจึงมีความสำคัญต่อการเกิดมโนคติที่ถูกต้องในประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ (Magnusson & Palincsar, 1995) อย่างไรก็ตามมโนคติที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับการต่อและถอดสายดินกับอิเล็กโทรสโคปที่ถูกเหนี่ยวนำสามารถแก้ไขได้โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ควบคู่กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Phet Colorado เป็นต้น (Stefaniou, *et al.*, 2018)

จากการสำรวจมโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางสะพานวิทยา จำนวน 44 คนเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้าพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมากใน 2 เรื่อง คือมโนคติเกี่ยวกับชนิดของประจุที่เคลื่อนที่เมื่อเกิดการเหนี่ยวนำ โดยมีความเข้าใจว่า ประจุบวกเคลื่อนที่คิดเป็นร้อยละ 86.4 และมโนคติเกี่ยวกับประจุไฟฟ้าบนอิเล็กโทรสโคปขณะต่อสายดิน โดยมีความเข้าใจว่าทุกตำแหน่งบนอิเล็กโทรสโคปเป็นกลางทางไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 84.1 การเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวถือว่าเป็นปัญหาและเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนรู้เรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนคติที่ถูกต้อง โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งก่อให้เกิดความคงทนของความรู้มากกว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นศูนย์กลาง

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการเก็บข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อการวิจัย เช่น ความพร้อมของผู้เรียนทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ผู้วิจัยควรดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ และเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ช่วยสนับสนุนเงินทุนในการจัดทำ งานวิจัยทั้งการสร้างเครื่องมือและการสำรวจข้อมูล ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบางสะพานวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการสำรวจทัศนคติของเด็กนักเรียน และขอขอบใจนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการ วิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ฉันทนา เชาวปรีชา. (2533). *มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย กรุงเทพมหานคร* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริญดา ลิ้มพานนท์. (2547). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไอนิง เจ๊ะเหลาะ, อนุมติ เดชนะ และสนน เสนาสวัสดิ. (2555). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และกฎการ เคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารมหาวิทยาลัย นราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 2, 1-11.
- ภัสสร สอนพิมพ์พ้อ และโชคชัย ธนเอื้อง. (2557). การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็นของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย. ใน *การประชุม วิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15* มหาวิทยาลัยขอนแก่น (น.2603). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มนต์ชัย สิทธิจันทร์. (2547). *ผลของการฝึกจินตนาการในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการจินตนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). ภาควิชาหลักสูตรการสอน และเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.*
- Bilal, E. and Erol, M. (2009). Investigating Students' Conception of Some Electricity Concepts. *Latin- American Journal of Physics Education*, 3, 193-201.
- Calilot, M. and Xuan, A.N. (1993). Adults' Misconception in Electricity. *Paper Presented at the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Misconceptions Trust.
- French, A.P. (1998). *The Nature of Physics [online]*. Retrieved from <http://www.physics.ohio-state.edu/jossem/ICPE/B1.html>.

- Guruswamy, C., Somers, M.D. and Hussey R.G. (1996). Students' Understanding of the Transfer of Charge between Conductors. *Physics Education*, 32, 91-96.
- Haidar, A.H. (1997). Prospective Chemistry Teachers' Conception of Conservation of Matter and Related Concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 181-197.
- Knight, R.D. (2015). *Physics for Scientists and Engineers: a Strategic Approach with Modern Physics*. California Polytechnic State University: Pearson Addison Wesley.
- Magnusson, S. and Palincsar, A. (1995). Learning Environments as a Site of Science Education Reform: An Illustration Using Interdisciplinary Guided Inquiry. *Theory into Practice*, 34, 1-8.
- Moynihan, R. (2018). *Developing and Assessing Student's Conceptual Understanding of Electrostatics in Upper Secondary Physics*. Ireland: Dublin City University.
- Ndeleni, Z. (2017). *Teaching Electrostatics in Grade 11 Physical Science Using a Conceptual Change Approach*. Cape Town South Africa: University of the western cape.
- Sarikaya, M. (2007). Prospective Teachers' Misconceptions About the Atomic Structure in the Context of Electrification by Friction and an Activity in Order to Remedy Them. *International Education Journal*, 8, 40-63.
- Stefeniou, C.G., Tsalapati, K.D., Ferentiou, A.M. and Skordoulis, C.D. (2019). Conceptual Difficulties Pre-Service Primary Teachers Have with Static Electricity. *Journal of Baltic Science Education*, 18, 300-313.

