



รายงานการวิจัยในชั้นเรียน
เรื่อง
การแก้ปัญหาการคิดคณิตในรายวิชาฟิสิกส์โดยใช้แบบฝึก

โดย
นางอุมาพร สุวรรณโมลี
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสิงห์บุรี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5
กระทรวงศึกษาธิการ



บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง การแก้ปัญหาการคิดคณิตในรายวิชาฟิสิกส์โดยใช้แบบฝึก
ผู้วิจัย นางอุมพร สุวรรณโมลี
ปีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

การศึกษาในครั้งนี้เป็นแบบการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของแบบฝึกคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วและมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์และแบบทดสอบคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ซึ่งใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน วิเคราะห์ข้อความโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (Mean). ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t - test (t - test Dependent) ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้จำนวนข้อมากขึ้นจากเดิม ใช้เวลาในการทำข้อสอบแต่ละลดลง แสดงว่านักเรียนสามารถคิดเลขได้เร็วขึ้นและถูกต้องมากขึ้น

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (โดยย่อ)

เนื่องจากการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ การคำนวณคณิตศาสตร์มีความจำเป็นในการหาคำตอบเป็นอย่างมาก เพราะเมื่อนักเรียนสามารถหาสมการในการหาค่าเชิงฟิสิกส์ได้แล้วนั้น ขั้นตอนถัดไปคือการแทนค่าของตัวแปรต่างๆ และเมื่อแทนค่าสำเร็จก็จะต้องทำการคิดคำนวณหาค่าตัวเลขในสมการนั้นๆ ซึ่งส่วนมากจะพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการคิดเลข ทั้งการแก้สมการ การคูณ การหาร การย้ายข้าง เลขยกกำลัง การหารค่ารากที่สอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบของแบบทดสอบและแบบฝึกที่ครูผู้สอนกำหนดให้ได้ ครูผู้สอนจึงทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาสาสมัครในการใช้แบบฝึกคณิตศาสตร์ในการวิจัยนี้ควบคู่กับการจับเวลาขณะทำแบบฝึกเพื่อให้นักเรียนเกิดการกระตือรือร้นขณะทำแบบฝึกและใช้เวลาเป็นการเร่งในการคิดเลขให้เร็วขึ้น

2. แนวคิดเชิงทฤษฎี (โดยย่อ)

2.1 หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึก

ในการสร้างแบบฝึกที่มีคุณภาพต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยา เพราะการเรียนการสอนจะได้ผลดีควรใช้แบบฝึกที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ใช้แนวคิดทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้เป็นพื้นฐานในการสร้างแบบฝึกที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่สำคัญ ดังนี้

ทฤษฎีการเชื่อมโยง (Connection theory) ของ Thorndike (อ้างถึงใน รัตนา ดีศาลา, 2544, หน้า 6-7) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองของผู้เรียนในแต่ละขั้นอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยกฎในการเรียนรู้ 3 กฎ คือ

กฎแห่งความพร้อม (Law of readiness) กฎนี้อธิบายถึง สภาพความพร้อมของผู้เรียนทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ถ้าร่างกายเกิดความพร้อมแล้วได้กระทำการย่อมเกิดความพึงพอใจ แต่ถ้าไม่พร้อมที่จะทำแล้วถูกบังคับให้กระทำจะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจ

กฎแห่งการฝึกหัด (Law of exercise) กฎนี้อธิบายถึง ความมั่นคงในการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่ถูกต้องโดยการฝึกหัดกระทำซ้ำบ่อยๆ ย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้ ได้นานและคงทนถาวร

กฎแห่งผลที่พอใจ (Law of effect) กฎนี้อธิบายถึง ผลที่ได้รับเมื่อแสดงพฤติกรรม การเรียนรู้แล้วว่า ถ้าได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะทำซ้ำต่อไป ถ้าได้รับผลที่ไม่น่าพึงพอใจย่อมไม่อยากจะเรียนรู้และเกิดความเบื่อหน่าย

ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement theory) ของ Skinner (อ้างถึงใน รัตนา ดีศาลา, 2544, หน้า 7) อธิบายไว้ว่า การเรียนรู้เป็นกิริยาสะท้อนหลังจากเกิดกระบวนการของสิ่งเร้าและการตอบสนองใจความสำคัญของทฤษฎีมีดังนี้

การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง โดยมีลักษณะทางการสอน และการเรียนที่สัมพันธ์กันมากขึ้น โดยเฉพาะทางพฤติกรรมที่เกิดความพึงพอใจ ผู้สอนจึงต้องหาวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็นมากที่สุด

การฝึกฝน (Practice) ได้แก่ การให้ทำแบบฝึกหัดหรือการฝึกซ้ำเพื่อให้เกิดทักษะการเขียน

การรู้การกระทำ (Feedback) ได้แก่ การที่สามารถให้ผู้เรียนได้รู้ผลการปฏิบัติหน้าที่ได้ทันทีเพื่อจะให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงพฤติกรรมได้ถูกต้อง อันเป็นการเรียนรู้ที่ดี

การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ (Generalization) ได้แก่ การจัดประสบการณ์ต่างๆ ที่สามารถสร้างความคิดรวบยอด จนกระทั่งสรุปเป็นกฎเกณฑ์ที่จะนำไปใช้ได้

ประไพ ปลายเนตร (2543, หน้า 29) กล่าวว่า หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ในการสร้างแบบฝึกและการใช้แบบฝึกนั้น ครูผู้สอนควรมีจุดมุ่งหมายในการใช้แบบฝึก แบบฝึกต้องตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหาที่เรียน ด้านเนื้อหาของแบบฝึกก็ควรมีความยากง่ายเหมาะสมกับวุฒิภาวะและความสามารถของผู้เรียน มีกิจกรรมมากๆ เพื่อความสนุกสนาน ควรมีแบบฝึกที่มากพอที่เด็กเก่งและเด็กอ่อนจะเลือกทำได้ นอกจากนี้ควรมีการเปรียบเทียบการสอน โดยใช้แบบฝึกกับเครื่องมืออื่นๆ และควรมีการประเมินผลหลังการใช้แบบฝึกอีกด้วย

รัตนา ดีศาลา (2544, หน้า 8) กล่าวว่า หลักจิตวิทยาทำให้ทราบว่าในการสร้างแบบฝึกที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงจิตวิทยา เพื่อให้ได้แบบฝึกที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน และยังเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจที่จะเรียนแบบฝึก ได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือกระทำด้วยตนเอง และเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนรู้ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

จากหลักจิตวิทยาในการสร้างแบบฝึกดังกล่าว สรุปได้ว่า ในการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาเพื่อให้ได้แบบฝึกที่ถูกต้องเหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน นอกจากนั้นควรมีแบบฝึกที่หลากหลาย เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีภาพและสีสันท่าสนใจ และควรมีการประเมินผลก่อนและหลังการใช้แบบฝึกด้วย

2.2 ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกไม่ว่าจะเป็นแบบฝึกเสริมกิจกรรมการฝึกและแบบฝึกด้วยตนเองที่ผ่านกระบวนการสร้าง หรือผลิตอย่างเป็นระบบจะมีประโยชน์ต่อผู้ให้การฝึกและผู้เข้ารับการฝึกดังต่อไปนี้ (ศิริพรรณ สายหงส์ และ สมประสงค์ วิทยาเกียรติ, 2534, หน้า 705)

1. ประโยชน์ต่อผู้ให้การฝึก

1.1 ชุดฝึกจะมีคู่มือดำเนินกิจกรรมเป็นขั้นตอน จะอำนวยความสะดวกแก่ผู้ให้ การฝึกในการจัดกิจกรรมการฝึก

1.2 แบบฝึกประกอบด้วยสื่อ เอกสารและอุปกรณ์การฝึก รวมทั้งแหล่งข้อมูลที่ครูอาจต้องไปศึกษาเพิ่มเติม ทำให้ผู้ให้การฝึกไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมการฝึก

1.3 ประหยัดเวลาในการเตรียมการฝึก เนื่องจากแบบฝึกได้เตรียมทุกอย่างดังกล่าวก้าวหน้าสำหรับผู้ให้การฝึกแล้ว

1.4 มีความมั่นใจในการดำเนินการฝึก เพราะทราบขั้นตอนต่าง ๆ อย่างชัดเจนและมีสื่ออุปกรณ์ประกอบการฝึกไว้อย่างพร้อมเพียง

2. ประโยชน์ต่อผู้รับการฝึก

2.1 สร้างแรงจูงใจและความสนใจในการเรียนให้กับผู้รับการฝึก โดยจัดให้มีกิจกรรมการเรียนที่หลากหลาย มีการเสริมแรงผู้เรียน โดยการเฉลยคำตอบ มีการใช้สื่อการเรียนแบบประสม ทำให้ผู้รับการฝึกไม่เบื่อหน่าย

2.2 สามารถศึกษาด้วยตนเองในเนื้อหาวิชาที่สนใจได้โดยไม่จำกัดเวลา สถานที่

2.3 สามารถศึกษาทบทวนได้ไม่เหมือนกับการฟังวิทยุ การดูรายการโทรทัศน์ เมื่อรายการผ่านไปแล้วไม่สามารถย้อนหลังกลับได้

2.4 สนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ ผู้รับการฝึกที่มีสติปัญญาแตกต่างกันสามารถเรียนช้า เร็วตามความสามารถที่มีอยู่

2.5 แบบฝึกส่วนใหญ่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมได้

2.6 ฝึกการมีวินัยในตนเอง ทั้งนี้เพราะแบบฝึกด้วยตนเองผู้ฝึกจะต้องมีความเอาใจใส่ศึกษาด้วยตนเอง ต้องรู้จักบังคับใจตนเองและซื่อสัตย์ต่อตนเอง

2.7 ใช้เป็นสื่อสอนเสริมสำหรับผู้เรียนอ่อนเพิ่มเติมเสริมความรู้สำหรับผู้เรียนเก่ง

สรุปแบบฝึกมีประโยชน์และอำนวยความสะดวกแก่ผู้ให้การฝึกและผู้รับการฝึก ครูไม่ต้องเสียเวลา เรื่องการเตรียมเนื้อหาใหม่และมีความเชื่อมั่น สร้างความมั่นใจแก่ครู เนื่องจากครูมีเครื่องมือและสื่อพร้อมแล้ว ผู้เข้ารับการฝึกจะไม่เบื่อหน่าย สนองความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกทุกคนได้เป็นอย่างดี

แพตตี้ (Petty, 1968, p. 469 – 472) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกต่อการเรียนรู้ไว้ 10 ข้อ ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มเติมหรือส่วนเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบและมีระเบียบ

2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยเด็กในการฝึกทักษะทางภาษาแต่ทั้งนี้จะต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากครูผู้สอนด้วย

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะทำให้เด็กประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น ดังนั้นแบบฝึกหัดจึงไม่ใช่สมุดฝึกที่ครูจะให้แก่เด็กบทย่อย หรือหน้าต่อหน้า แต่เป็นแหล่งประสบการณ์สำหรับเด็กที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษ และเป็นเครื่องมือที่มีค่าของครูที่จะสนองความต้องการรายบุคคลของเด็กในชั้น

4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะคงทน ลักษณะการฝึกเพื่อช่วยให้เกิดผลดังกล่าวนั้นได้แก่

1.1 ฝึกทันทีหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนเรื่องนั้นๆ

1.2 ฝึกซ้ำหลายๆ ครั้ง

1.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. แบบฝึกอาจใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม เด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้เด็กทำแบบฝึกหัดช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่น หรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็กได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ทันที่

8. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนอกเหนือจากที่มีอยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้เด็กได้ฝึกทักษะเต็มที่

9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการเตรียมสร้างแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาในการลอกแบบฝึกหัดจากตำราเรียนหรือกระดานดำ ทำให้มีเวลาและโอกาสในการฝึกทักษะมากขึ้น

10. แบบฝึกหัดช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มที่แน่นอน ย่อมลดต้นทุนต่ำกว่าการที่จะใช้วิธีพิมพ์ลงในกระดาษทุกครั้งไป นอกจากนี้ ยังมีประโยชน์ในการที่ผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

จากข้อความดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นสิ่งที่มีประโยชน์สำหรับนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดความสนใจ ทำให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ และทำให้ทราบผลการเรียนของนักเรียนเพื่อที่จะนำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริไล ปัญญาแหลม (2551, หน้า 80) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนท่าช้างวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสิงห์บุรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนท่าช้างวิทยาคาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 31 คน ผลการศึกษาพบว่า แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.99/85.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.50 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์โดยรวมและเป็นรายชื่ออยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

ทรงธรรม ควรสุวรรณ (2555, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้น สำหรับฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชารัฐธรรมคุณ จังหวัดลำปาง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้น สำหรับฟิสิกส์ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า (1) แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้น สำหรับฟิสิกส์ มีประสิทธิภาพ 77.74/76.88 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 (2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลอเรย์ (Lawrey, 2001, p. 39-817-A) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะกับนักเรียนระดับ 1 ถึงระดับ 3 จำนวน 87 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกทักษะมีคะแนนการทดสอบหลังการทำแบบฝึกมากกว่าคะแนนก่อนทำแบบฝึก และนักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากฝึกทักษะแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 89.80 นั่นคือ แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

เดลาเนย์ (Delaney, 2002, p. 111-A) ได้ทำการศึกษาผลของยุทธวิธีในการฝึกอ่านเพื่อความเข้าใจกับนักเรียนระดับ 4 และระดับ 5 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกให้นักเรียนจับใจความสำคัญของเรื่อง กลุ่มที่ 2 ฝึกให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่อง แล้วขีดเส้นใต้ในประเด็นสำคัญ ๆ เอาไว้ แล้วทำการจดบันทึกสิ่งสำคัญเหล่านั้นเท่าที่จดได้ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมใช้วิธีเดิม ผลการทดลองพบว่า คะแนนความเข้าใจโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกและแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกทักษะข้างต้น แสดงให้เห็นว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ มีความแม่นยำในบทเรียนนั้นๆ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี และยังเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับวิชาที่ต้องฝึกทักษะ โดยเฉพาะวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ จำเป็นต้องได้รับการฝึกเพิ่มเติมเป็นอย่างยิ่ง ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างแบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ เพื่อเป็นการเพิ่มพูนทักษะการคิดเลขของนักเรียนให้สูงขึ้น

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

นักเรียนสามารถหาคำตอบของแบบฝึกคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วและมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบฝึก หมายถึง แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. การสอนโดยใช้แบบฝึก หมายถึง การสอนที่ครูใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์สอนตอนหลังเลิกเรียน
3. นักเรียนกลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์สอนตอนหลังเลิกเรียน

5. วิธีดำเนินการ

5.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 78 คน

5.2 กลุ่มตัวอย่าง

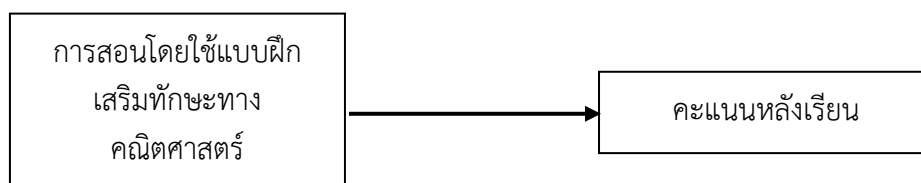
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 12 คน

5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนหลังเรียน

5.4 กรอบแนวคิด



5.5 แผนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดแผนการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

วัน/เดือน/ปี	กิจกรรม	หมายเหตุ
22 ส.ค. 2561	สอบก่อนเรียน	
27 ส.ค. 2561	เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์	
29 ส.ค. 2561	เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์	
3 ก.ย. 2561	เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์	
5 ก.ย. 2561	เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์	
17 ก.ย. 2561	เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์	
19 ก.ย. 2561	สอบหลังเรียน	

5.6 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนโดยนำแบบทดสอบคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 ข้อ ไปทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ก่อนเริ่มทำการทดลองสอนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ โดยทำการทดสอบก่อนเรียนในวันที่ 22 สิงหาคม 2561 ใช้เวลา 30 นาที ตรวจสอบและนำคะแนนที่ได้เก็บรวบรวมเก็บไว้

2. เริ่มทำการสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 จำนวน 12 คน โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์ เริ่มทำการสอนในวันที่ 27 สิงหาคม 2561 ใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง รวมใช้เวลาสอนทั้งหมด 5 ครั้ง รวม 5 ชั่วโมง หลังเวลาเลิกเรียน

3. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนแล้วบันทึกผลไว้

4. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนทั้ง 5 ครั้งและใช้แบบฝึกเสริมทักษะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 ข้อ มาทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง โดยทำการทดสอบในวันที่ 19 กันยายน 2561

5. นำคะแนนที่ได้จากจากแบบทดสอบหลังเรียนของแบบทดสอบคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ทั้ง 10 ข้อ ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ จำนวน 10 ข้อ มาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน หรือทดสอบความแตกต่างของคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่ (t – test dependent)

5.7 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) (กาญจนา วัฒนา, 2548, หน้า 106) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	X	แทน	คะแนนดิบ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนดิบ
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กาญจนา วัฒนา, 2548, หน้า 112) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนดิบของนักเรียน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนดิบของนักเรียนแต่ละคน ยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t - test (t - test Dependent) (กาญจนา วัฒนา, 2548, หน้า 96-97) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนทุกคน
	D^2	แทน	ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนทุกคนยกกำลังสอง
	N - 1	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดลบด้วย 1

6. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ไปทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นจะทำการสอนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และทำการทดสอบหลังเรียนอีกครั้งหลังจากทำการสอนเสร็จสิ้นลงโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม จากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแตกต่าง และทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t-test ดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติที (t) ของการเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	12	10	1.92	0.90	4.71**
หลังเรียน	12	10	4.75	1.91	

$$df = 11 \quad \alpha .01 = 2.718$$

จากตาราง 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7. อภิปรายผล

ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ มีผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 แสดงว่า หลังการใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่อง การคิดเลข การแก้สมการ การคูณ การหาร การย้ายข้าง เลขยกกำลัง การหาค่ารากที่สอง สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อนำมาใช้กับนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยพัฒนาความรู้และทักษะการคิดคำนวณให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี เพราะแบบฝึกที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน อีกทั้งในการสร้างแบบฝึกยังคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นการฝึก

จากง่ายไปหายาก อีกทั้งยังให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกบ่อยๆ และทำซ้ำได้ด้วยตนเองจนเกิดความชำนาญ ซึ่งสอดคล้องกับ ทฤษฎีการเชื่อมโยงของ ธอร์นไดค์ (Thorndike อ้างถึงใน รัตนา ดีศาลา, 2544, หน้า 6-7) 3 กฎ คือ กฎแห่งความพร้อม กฎแห่งการฝึกหัด กฎแห่งผลที่พอใจ นั่นคือ กระบวนการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี เมื่อผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียน ได้ปฏิบัติฝึกหัดและฝึกซ้อมบ่อยๆ และผู้เรียนได้รับผลตอบสนองอย่างพึงพอใจ จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี และยิ่งสอดคล้องกับรัตนา ดีศาลา (2544, หน้า 8) ที่กล่าวว่า หลักจิตวิทยาทำให้ทราบว่าในการสร้างแบบฝึกที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงจิตวิทยา เพื่อให้ได้แบบฝึกที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน และยังเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจที่จะเรียนแบบฝึก ได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือกระทำด้วยตนเอง และเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนรู้ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ จากปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทรงธรรม ควรสุวรรณ (2555, บทคัดย่อ) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระราชรัฐธรรมคุณ จังหวัดลำปาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าแบบฝึกจะช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนมีผลคะแนนหลังเรียนสูงขึ้น และสามารถทำแบบทดสอบได้จำนวนข้อมากขึ้นใช้เวลาต่อข้อน้อยลง

8. ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาและพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะรายวิชาฟิสิกส์ในเนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้อื่นๆ และระดับชั้นอื่นๆ เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แบบฝึกกับสื่อหรือวิธีการสอนอื่น ๆ
3. ควรมีการศึกษาและพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน เรื่อง การคิดคณิต โดยใช้นวัตกรรมอื่นๆ ที่นอกเหนือจากแบบฝึก เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการอ่าน คิดคำนวณ และคิดวิเคราะห์
2. แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ จะเป็นเครื่องมือช่วยครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและใช้พัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ได้พัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ได้ดียิ่งขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น

10. เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา วัฒนา. (2548). การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ : ธนพรการพิมพ์.
- ทรงธรรม ควรสุวรรณ. (2555). ผลการใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับพิสิทธ์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิทธ์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชารัฐธรรมคุณ จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ประไพ ปลายเนตร. (2543). การพัฒนาการรู้จักการเข้าใจสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติของนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหลังเขา จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ การศึกษา มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัตนา ดีศาลา. (2544). ผลการใช้แบบฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. โรงเรียนวัดสระบัว สำนักงานเขตปทุมวัน สังกัด กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศิริพรรณ สายหงษ์ และสมประสงค์ วิทยาเกียรติ. (2534). “การผลิตและการใช้ชุดฝึกอบรมเพื่อ การศึกษานอกระบบ” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการพัฒนาสื่อและการใช้สื่อการศึกษา นอกระบบ หน่วยที่ 9-15. นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศิริไฉ ปัญญาแหลม. (2551). รายงานการพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนท่าช้างวิทยาคาร. สิงห์บุรี : สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี. (อัดสำเนา).
- Delanay, Norman MeLucklie. (2002). The effect of strategy training on comprehension of implicit and information in familiar and unfamiliar expository test [CD – ROM]. Abstract from ProQuest File : Dissertation Abstracts International Item . 111A.
- Lawrey, Elenor Blodwyn Lane. (2001) The effects of four skills and practice time unit on the Decording performances of students with specific learning disabilities [CD – ROM]. Abstract from : ProQuest File : Dissertation Abstract International Item : 39 – 817 A.
- Petty Green. (1968). “Language Workbook and Practices Material”.Developing Language.

ภาคผนวก

ตาราง2 คะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียน และค่าพัฒนาจากการใช้แบบฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์
สำหรับฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ค่าพัฒนา	
	10	10	D	D ²
1	3	7	4	16
2	3	2	-1	1
3	1	4	3	9
4	1	5	4	16
5	2	1	-1	1
6	3	6	3	9
7	3	7	4	16
8	1	5	4	16
9	1	6	5	25
10	2	5	3	9
11	2	3	1	1
12	1	6	5	25
รวม	23	57	34	144
เฉลี่ย	1.92	4.75	2.83	12
ร้อยละ	19.20	47.50		

การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ
คณิตศาสตร์สำหรับฟิลิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ t-test

ใช้สูตร
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad df = n - 1$$

เมื่อ
$$\begin{aligned} n &= 12 \\ \sum D &= 34 \\ \sum D^2 &= 144 \end{aligned}$$

แทนค่า
$$\begin{aligned} t &= \frac{34}{\sqrt{\frac{12 \times 144 - (34)^2}{12-1}}} \\ &= \frac{34}{\sqrt{\frac{1428-1156}{11}}} \\ &= \frac{34}{\sqrt{\frac{572}{11}}} \\ &= \frac{34}{\sqrt{52}} \\ &= \frac{34}{7.21} \\ &= 4.71 \end{aligned}$$

$$df = 11, \alpha .01 = 2.718$$

t คำนวณ $>$ t ตาราง

ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แบบทดสอบก่อนเรียน คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

ชื่อ.....ม.6/.....เลขที่.....

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาค่าตัวแปร

1. $5x+12 = -22$

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

2. $\frac{8}{x} + \frac{2}{5} = 24$

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

3. จงหาค่า $\sqrt{0.0012}$

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

4. จงหาค่า $\sqrt{348}$

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

5. $\frac{3}{2} \times 24 \times 4^2 = \frac{20 \times 8}{5x}$

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

6. จงหาคำตอบของสมการ

$\frac{4}{3} \pi (2 \times 10^{-2})^3 = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{8}} \times \frac{9}{8} X$

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

