การเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบปกติ

อรวดี ศรีบัว วรัญญา จีระวิพูลวรรณ และพัดตาวัน นาใจแก้ว*

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เมือง อุดรธานี 41000

*E-mail: tawannar@gmail.com

รับบทความ: 27 มิถุนายน 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 18 ตุลาคม 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ กับการเรียนแบบปกติ ดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง มีรูปแบบการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนคำม่วง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 91 คน โดยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีจับฉลากเป็นกลุ่มห้อง โดยกลุ่มทดลองได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมได้รับการเรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดมโนมติ 2 ระดับประกอบด้วยแบบวัดปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกและการเขียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบแบบกลุ่มศึกษาเป็นอิสระต่อกันและไม่เป็นอิสระต่อกัน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายปัจจัยทางเดียว ผลการศึกษา พบว่า 1) ด้านมโนมติเรื่อง งานและพลังงาน นักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.24 คะแนน (ร้อยละ 30.80) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.90 คะแนน (ร้อยละ 69.67) และนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.58 คะแนน (ร้อยละ 25.27) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ

18.00 คะแนน (ร้อยละ 60.00) ซึ่งนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 6.12 คะแนน (ร้อยละ 30.60) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 15.05 คะแนน (ร้อยละ 75.25) ส่วนนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 5.78 คะแนน (ร้อยละ 28.90) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 12.50 คะแนน (ร้อยละ 62.50) ซึ่งนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีมโนมติเรื่อง งานและพลังงานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

คำสำคัญ: มโนมติเรื่องงานและพลังงาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

Comparison of Work and Energy Concepts and Science Process Skills of Grade 10 Students between Using 7Es Learning Circle Supplemented with Science Activities and Traditional Teaching Method

Onwadee Sreebua, Varanya Jeeravipoolvarn and Pattawan Narjaikaew*

Udon Thani Rajabhat University, Muang, Udon Thani 41000, Thailand

*E-mail: tawannar@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were to study and compare of work and energy concepts and science process skills of Grade 10 students who learned by using the 7ES learning circle supplemented with science activity kits and traditional teaching method. The research design were quasi-experimental research, non-equivalent control group, and pretest-posttest design. The subjects were 91 Grade-10 students in the second semester of the academic year 2014 at Khammung School, Khammung, Kalasin. The two classrooms were selected by cluster random sampling, and then the samples were divided into the experimental groups and the control groups by a lottery method. The research instruments included the lesson plans based on the 7ES learning circle supplemented with science activity kits, the

lesson plans based on the traditional teaching method, a two-tier diagnostic test, and a science process skills test. The data were analyzed by using the mean score, percentage, standard deviation, *t*-test for dependent and independent samples, and one-way MANOVA. The research results were as follows: 1) The concepts of work and energy of students' mean scores before and after using 7ES learning circle supplemented with science activity kits were 9.24 (30.80%) and 20.90 (69.67%), respectively. The concepts of Work and Energy of students' mean scores before and after using traditional learning 7.58 (25.27%) and 18.00 (60.00%), respectively. The posttest mean scores were significantly higher than the pretest in both cases. 2) The science process skills of students' mean scores before and after using 7ES learning circle supplemented with science activity kits were 6.12 (30.60%) and 15.05 (75.25%), respectively. The science process skills of students' mean scores before and after using the traditional learning were 5.78 (28.98%) and 12.5 (62.50%), respectively. The posttest mean scores were significantly higher than the pretest in both cases. 3) Students who participated through 7ES learning circle supplemented with science activity kits had the posttest mean scores of work and energy concepts and science process skills significantly higher than students who participated in the traditional learning method.

Keywords: Work and energy concepts**,** Science process skills, 7ES learning circle supplemented with science activities

บทนำ

การดำรงชีวิตประจำวันไม่ว่าอาชีพใด ๆ ล้วนมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติและนำความรู้วิทยาศาสตร์มาพัฒนาเทคโนโลยี ในทางกลับกันเทคโนโลยีนำมาซึ่งการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2014) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทในการพัฒนาประเทศหลายด้าน เมื่อพิจารณาจะเห็นว่าประเทศที่มีเศรษฐกิจที่มั่นคงส่วนใหญ่เป็นประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูง จึงกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศและนับวันยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามแนวการสืบเสาะหาความรู้เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือแนวทางการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และยังให้ความสนใจกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ (prior knowledge conceptions) (Hewson and Hewson, 1988; Phornphisutthimas, 2013) ซึ่งมีงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติทั่วไปนั้นมีมโน-

มติคลาดเคลื่อน (misconception) ซึ่งบางงานวิจัยเรียกว่า มโนมติทางเลือก (alternative conception) หรือมโนมติที่ผิดพลาด มโนมติคลาดเคลื่อนนี้อาจมีความทนทานและยากต่อการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิม (Griffiths and Preston, 1992) ดังนั้น การเรียนรู้ในบริบทของวิทยาศาสตร์จึงอาจกล่าวได้ว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติ (Suksringam, 2002)

จากผลการประเมินทักษะของนักเรียนในระดับนานาชาติ (PISA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษา และหาตัวชี้วัดคุณภาพการศึกษาให้แก่ประเทศสมาชิก นักเรียนกลุ่มศึกษามีอายุ 15 ปี ประเทศไทยเข้าร่วมตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 – 2012 ผลคะแนนการสอบ PISA ของนักเรียนไทยทั้งด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีคะแนนรวมต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐานของ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในภาพรวมอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะต่ำกว่าระดับ 2 (จากระดับ 1 ถึง ระดับ 6) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบการศึกษาทั่วไปยังต้องพัฒนา และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับประเทศใน 8 กลุ่มสาระ พบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในภาพรวมนักเรียนยังมีคะแนนในระดับต่ำ และโรงเรียนคำม่วง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 เป็นสถานศึกษาหนึ่งที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 30 ทุกปี ระหว่างปีการศึกษา 2551 – 2556 และเมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะสาระที่ 5 พลังงาน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ งานและพลังงาน นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับต่ำมาก คิดเป็นร้อยละ 1.49 และจากการสำรวจมโนมติเรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนในปีการศึกษา 2556 พบว่า ผู้เรียนยังมีมโนมติคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับงานและพลังงาน เช่น ผู้เรียนหลายคนเข้าใจว่าเมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุจะทำให้ได้งานเกิดขึ้นเสมอ

การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) เป็นรูปแบบหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ผู้เรียนสามารถใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (inquiry approach) และต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเองโดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (constructivism) ซึ่งกล่าวว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้ว การเรียนรู้เรื่องใหม่ใช้พื้นฐานจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบสืบเสาะมีการพัฒนาเป็นขั้นตอนการสอนตั้งแต่ 3 ขั้นตอนที่พัฒนาโดย Karplus and Their (1967) ประกอบด้วยขั้นการสำรวจ (exploration) ขั้นการสร้าง (invention) และขั้นการค้นพบ (discovery) และมีนักการศึกษาอีกหลายท่านที่ปรับปรุงขั้นตอนการเรียนรู้ภายใต้แนวคิดนี้ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1990 มีกลุ่มนักการศึกษาในโครงการ Biological Science Curriculum Study (BSCS) พัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น หรือที่รู้จักกันในชื่อ 5E และในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้ขยายรูปแบบการสอนโดยใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้นโดยเพิ่มขั้นมา 2 ขั้น จาก 5 ขั้น คือ ขั้นตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน (elicitation phase) ซึ่งเป็นขั้นที่มีความจำเป็น เนื่องจากเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและตื่นเต้นกับการเรียน ผู้-

สอนได้รู้ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมอย่างไร ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (Nuangchalerm, 2007; Phornphisutthimas, 2008) อีกขั้นหนึ่งคือ ขั้นการนำความรู้ไปใช้ (extension phase) เพื่อต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากการศึกษาของ Hartono (2013) พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีการคิดวิเคราะห์มากขึ้น และการเรียนรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ลดลง (Hampton and Odom, 1995; Odom and Kelly, 2001) นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Naluan, Na Phatthalung and Kattiyamarn, 2013)

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นนวัตกรรมการศึกษารูปแบบหนึ่ง ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำเมื่อผู้เรียนมีปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น ส่งเสริมความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม สร้างความภูมิใจให้กับผู้เรียน นอกจากนี้ชุดกิจกรรมยังเป็นสื่อที่ช่วยให้ครูดำเนินการสอนตามลำดับขั้นตอน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ในระยะเวลาสั้น และทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีรายงานวิจัยที่พบว่า การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (Kanli, 2007; Yadav and Mishra, 2013)

จากการที่ได้ศึกษาปัญหา หลักการ และแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งเป็นหลักที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์ และพลังงานยังเป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในแปดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้ยังต้องการพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรม โดยชุดกิจกรรมประกอบด้วย 1) ชื่อชุดกิจกรรม 2) คำชี้แจง 3) จุดประสงค์ของกิจกรรม 4) เวลาที่ใช้ 5) เนื้อหา 6) วัสดุอุปกรณ์ 7) วิธีปฏิบัติกิจกรรม และ 8) คำถามท้ายกิจกรรม ผู้วิจัยนำวิธีการสอน 7E เสริมด้วยชุดกิจกรรมไปใช้กับนักเรียน 1 ห้อง เปรียบเทียบกับนักเรียนอีก 1 ห้องที่สอนด้วยวิธีปกติ (โดยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการเรียนการสอน และขั้นสรุปผล) เพื่อเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้และพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาและเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบปกติ

2. ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบปกติ

3. ศึกษาและเปรียบเทียบเปรียบเทียบ

มโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ กับการเรียนแบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองเพื่อประเมินผลการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมและการเรียนแบบปกติต่อมโนมติเรื่อง งานและพลังงานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบแผนการทดลองแบบแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (non–equivalent control group, pretest–posttest design)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการ ศึกษา 2557 โรงเรียนคำม่วง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 126 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนคำม่วง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยมีจำนวนนักเรียนทั้งสองห้อง 91 คน จากนั้นนำเลขห้องของกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาทั้ง 2 ห้องมาสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีจับสลาก (lottery) ดังนี้ 1) กลุ่มทดลอง ได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน และ 2) กลุ่มควบคุม ได้รับการเรียนแบบปกติ จำนวน 1 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 แผน ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมจำนวน 21 ชั่วโมง มีค่าดัชนีความสอดคล้องทุกแผนเท่ากับ 1.00

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 แผน ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมจำนวน 21 ชั่วโมง มีค่าดัชนีความสอดคล้องทุกแผนเท่ากับ 1.00

2) แบบวัดมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน 2 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นระดับที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกและระดับที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลอธิบายซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันตีความคำตอบจากนักเรียนแล้วตัดสินให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ปรับมาจากงานวิจัยของ Haidar (1997) ซึ่งเป็นเกณฑ์ให้คะแนนคำถามปลายเปิด (ดังรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูล) ประกอบคำตอบในระดับที่ 1 จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.52–0.80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33–0.74

3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.44–0.69 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.42–0.72 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับเท่ากับ 0.82

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ศึกษาสภาพของนักเรียน ชี้แจงข้อตกลงในการเรียนการสอน

2) ทดสอบก่อนเรียน (pretest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบวัดมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 10 ข้อและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ เวลา 90 นาที

3) ดำเนินการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 แผน กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม

4) ทดสอบหลังเรียน (posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบวัดมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 10 ข้อและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาโดยใช้เวลาทั้งสิ้น 90 นาที โดยแบบวัดมโนมติและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

5) ตรวจผลการทำแบบวัดมโนมติและแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบปกติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows

ในการวิจัยครั้งนี้มีการใช้เกณฑ์ที่ปรับมาจากงานวิจัยของ Haidar (1997) ที่แบ่งมโนมติ เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (scientific understanding, SU) หมายถึง ผู้ตอบตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันครบทุกแนวคิด 2) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (partial understanding, PU) หมายถึง ผู้ตอบตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 แนวคิด แต่ไม่มีส่วนผิด 3) กลุ่มที่มีแนวคิดมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (partial understanding with misunderstanding, PS) หมายถึง ผู้ตอบตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันบางส่วนและมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้อง 4) กลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (misunderstanding, MU) หมายถึง ผู้ตอบตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน 5) กลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (no understanding, NU) หมายถึง ผู้ตอบไม่ได้ตอบคำถามหรือตอบว่าไม่เข้าใจหรือจำไม่ได้ เนื่องจากแบบวัดมโนมติทำเป็น 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกและระดับที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลอธิบายประกอบคำตอบในระดับที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน โดยอ่านคำตอบของนักเรียนไปพร้อมกัน จากนั้นลงความ เห็นให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์ดังตาราง 1

ภายหลังจากให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ได้จัดทำขึ้น รวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาหาร้อยละของคะแนนนักเรียนแต่ละคน ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แล้วเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*–test for dependent samples) และเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (*t*–test for independent samples)

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน

มโนมติ	ระดับคะแนน	ตัวเลือก	เหตุผล
SU	3	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้อง
PU	2	ถูกต้อง	ไม่เขียน
		ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้อง
PS	1	ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือคลาดเคลื่อน
		ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้อง
MU	0	ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลผิดหรือคลาดเคลื่อน
NU	0	ไม่ถูกต้อง	ไม่เขียนเหตุผล/ตอบไม่ตรง

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำได้โดยนำคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน และเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบการเรียนรู้ 2 วิธีด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ในทุกขั้นตอนกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ .01

ผลการวิจัย

จากข้อมูลแสดงมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบปกติ (ตาราง 2) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

เมื่อเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (ตาราง 3) พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังเรียนรู้แบบปกติ (ตาราง 4) พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ มีมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (ตาราง 5) พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏ-

ตาราง 2 ผลการศึกษามโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวแปรตาม	กลุ่มทดลอง (N=41 คน)				กลุ่มควบคุม (N=40 คน)			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
มโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน	9.24	3.31	20.90	3.67	7.58	3.34	18.00	3.23
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	6.12	1.34	15.05	1.78	5.78	1.38	12.50	1.69

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบของคะแนนแบบวัดมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คะแนนแบบวัดมโนมติ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	SD	*t*
ก่อนเรียน	9.24	30.80	3.31	38.91**
หลังเรียน	20.90	69.67	3.67	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบของคะแนนแบบวัดมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้แบบปกติ

คะแนนแบบวัดมโนมติ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	SD	*t*
ก่อนเรียน	7.58	25.27	3.34	40.42**
หลังเรียน	18.00	60.00	3.23	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบของคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	SD	*t*
ก่อนเรียน	6.12	30.60	1.34	28.68**
หลังเรียน	15.05	75.25	1.78	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้แบบปกติ (ตาราง 6) พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณามโนมติจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มในการตอบคำถาม 10 ข้อ พบว่า มโนมติ เรื่อง 'งาน' ในทางฟิสิกส์ (ข้อ 1 – 3) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีมีมโนมติบางส่วนร่วมกับมโนมติคลาดเคลื่อน (PS) ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่าการทำให้เกิดงาน คือ การที่ต้องมีแรงกระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่านั้น หลังเรียนยังคงมีนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นนี้อยู่แต่มีจำนวนลดลง และยังคงมีนักเรียนที่ไม่สามารถแปลความหมายจากกราฟที่แสดงการเกิดงานในทางฟิสิกส์ (ข้อ 4) แต่หลังเรียนมีจำนวนลดลง และจำนวนนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายของพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น และกฎการอนุรักษ์พลังงานลดลง (ข้อ 5 – 8) มโนมติที่คลาดเคลื่อนส่วนใหญ่ เช่น พลังงานศักย์อยู่ในวัตถุที่เคลื่อนที่และต้องมีความเร็ว พลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นสมบัติที่อยู่ในวัตถุทุกสภาพ พลังงานจลน์ของวัตถุที่ตกลงพื้นมีค่าคงที่เพราะอยู่ภายใต้ค่า *g* ซึ่งมีค่าคงที่ วัตถุมีความเร็วคงที่ แต่พลังงานศักย์เปลี่ยนไปตามระดับความสูงจากพื้น และมีจำนวนมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกำลังในทางฟิสิกส์หลังเรียนลดลง (ข้อ 9 – 10) เช่น กำลังเป็นขนาดของพลังงานที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะของผู้เรียนก่อนได้รับการเรียนรู้ทั้งสองวิธี ได้แก่ กลุ่มทดลอง (เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์) และกลุ่มควบคุม (เรียนรู้แบบปกติ) พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีมโนมติพื้นฐาน เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

จากการทดสอบข้อสมมติเบื้องต้น พบว่า ข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงปรกติ (ทดสอบด้วยวิธีของ Shapiro-Wilk) เมทริกซ์ของความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วม (variance-covariance matrix) ของตัวแปรตาม 2 ชนิด ได้แก่ มโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน (ทดสอบด้วยสถิติ Box's M ได้ค่าเท่ากับ 0.883 ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด .01) และตัวแปรตามทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน (ทดสอบด้วย Bartlett's test of sphericity)

เมื่อข้อสมมติเบื้องต้นเป็นไปตามข้อกำหนดของการวิเคราะห์ความแปรปรวน จึงวิเคราะห์ผลของอิทธิพลของรูปแบบการเรียนรู้ทั้งสองวิธีด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (ตาราง 7) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเวคเตอร์คะแนนค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามทั้งสองชนิดที่วัดหลังการเรียนรู้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุคูณทางเดียวของมโนมติเรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วัดหลังการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	df	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (MS)	*F*	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	คะแนนหลังเรียน (มโนมติ)	1	170.563	14.219	.000
	คะแนนหลังเรียน (ทักษะกระบวนการ)	1	131.530	43.313	.000

หมายเหตุ 1) Bartlett's test of sphericity = .000, Approx. chi-square = 104.983 df = 2, p = .000

2) Box's M = .678, F = .220, df_1 = 1, df_2 = 1146408.616, p = .883

3) Levene's test of equality of error variances คะแนนหลังเรียน (มโนมติ): F = .083, df = 1, p = .774; คะแนนหลังเรียน (ทักษะกระบวนการ): F = .203, df = 79, p = .654

การอภิปรายผล

จากการวิจัยการเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ กับการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยแยกอภิปรายเป็นประเด็น ดังนี้

มโนมติ เรื่อง งานและพลังงาน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเรียนรู้แบบปกติ มีมโนมติเรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจาก งานและพลังงาน เป็นเนื้อหาที่มีคำศัพท์ที่มีความหมายเฉพาะและมีความหมายของมโนมติแตกต่างจากความหมายในชีวิตประจำวัน เช่น คำว่า 'งาน' ในชีวิตประจำวันหมายถึง การที่สิ่งมีชีวิตออกแรงหรือใช้กล้ามเนื้อในการทำกิจกรรมต่าง ๆ แต่การทำให้เกิดงานในทางฟิสิกส์ หมายถึง ผลของการกระทำของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนวแรง อาจมีค่าเป็นบวกหรือลบก็ได้ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสองวิธี ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มอภิปรายความแตกต่างของการเกิดงานในชีวิตประจำวันกับการเกิดงานในทางฟิสิกส์ รวมถึงวิเคราะห์เหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่เกิดงานในทางฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความหมายของงานและพลังงานได้เพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม และการที่นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีมโนมติที่ถูกต้องสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ เนื่องจากการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีขั้นตอนและกระบวนการมากกว่าการเรียนรู้แบบปกติ โดยขั้นที่ 1 ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูรู้ว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความสงสัยหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนเพิ่งเรียนรู้มาแล้วในขั้นที่ 2 และนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยขั้นที่ 3 โดยครูนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียน

รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ในขั้นที่ 4 ส่วนขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล ขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ และครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน และขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ ครูจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานและพลังงานในชีวิตประจำวัน ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ได้ และนำความรู้ใหม่ไปบูรณาการกับความรู้ที่มีอยู่ก่อน ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางและมีความหมายมากขึ้น ส่งผลต่อให้มีมโนมติที่ถูกต้อง และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Odom and Kelly (2001) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่อง การแพร่และการออสโมซิสลดลง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Naluan et al. (2013) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ฯ มีความเข้าใจเรื่อง น้ำฟ้าและดวงดาว และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นที่ 3 ที่มีการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เข้าไปฝึกผู้เรียนให้รวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตั้งแต่กำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา กำหนดสมมติฐาน ระบุตัวแปรต่าง ๆ ออกแบบการทดสอบสมมติฐาน และสรุปผลการค้นพบ ซึ่งในชุดกิจกรรมกำหนดการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นไว้อย่างชัดเจน โดยนักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนซ้ำเดิมหลาย ๆ ครั้ง และต่อเนื่องกันไปเป็นวัฏจักร ทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับกฎการฝึกหัดของ Thorndike นอกจากนี้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการใช้สติปัญญา โดยยึดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ในเรื่องการปรับตัวแบบปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการคิด ซึ่งนักเรียนได้ปฏิบัติในขั้นที่ 3 คือ ขั้นสำรวจค้นหา (Marek et al., 1990) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yadav and Mishra (2013) และงานวิจัยของ Yagbasan (2007) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2014). **Learning Activities with Scientific Inquiry.** Bangkok: Aksornthai. (in Thai)

Griffiths, A. K., and Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms

and molecules. **Journal of Research in Science Teaching** 29(6): 611–628.

Hewson, P. W., and Hewson, M. G. A'B. (1988). An appropriate conception of teaching science: A view from studies of science learning. **Science Education** 72(5): 597–614.

Kanli, U. (2007). The effects of a laboratory based on the 7E model with verification laboratory approach on students' development of science process skills and conceptual achievement. Doctor of philosophy in Physics Teaching. Turkey: Gazi University.

Marek, F. A, Eubanks, C., and Gallagher, T. H. (1990). Teacher's understanding and the use of the learning cycle. **Journal of Research in Science Teachers** 27: 821–834.

Naluan, N., Na Phatthalung, N., and Kattiyamarn, W. (2013). The results of 7E learning cycle model with questioning technique on analysis thinking abilities and scientific learning achievement of prathomsuksa 5 students. **Hatyai Symposium 2013**, Hatyai, Thailand. (in Thai)

Nuangchalerm, P. (2007). 7E Learning cycles. **Academic Journal** 10(4): 25–29. (in Thai)

Odom, A. L., and Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach Diffusion and Osmosis concepts to high school biology students. **Science Education** 85: 615–635.

Phornphisutthimas, S. (2013). Learning management of science in 21st century. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 4(1): 55–63. (in Thai)

Phornphisutthimas, S. (2008). Teaching science underlining process skills. **Advanced Science Journal** 8(2):28–38. (in Thai)

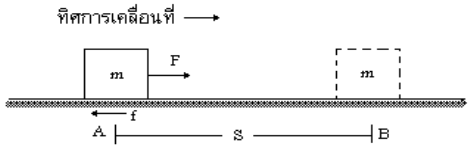
Suksringam, P. (2002). **Understanding of Inquiry Approach.** Mahasarakham: Faculty of Science. Mahasarakham University. (in Thai).

Yadav, B., and Mishra, S. K. (2013). A study of the impact of laboratory approach on achievement and process skills in science among is standard students. **International Journal of Scientific and Research Publications** 3(1): 1–6.

ตัวอย่างการวิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์เรื่อง งานและพลังงานก่อนและหลังการเรียนรู้การให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ดำเนินการโดยอ่านคำตอบของนักเรียนร่วมกันและตัดสินคำตอบด้วยกัน

1. ข้อใดเป็นการทำให้เกิดงานในทางฟิสิกส์ เลือกคำตอบพร้อมแสดงเหตุผล
   ก. สมชายเข็นรถ
   ข. สมศรีชงกาแฟ
   ค. กานต์กำลังยืนล้างจาน
   ง. ใหม่นั่งพิมพ์งาน

   เพราะ.....

มโนมติ	ตัวเลือก	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียน	7E + ชุดกิจกรรม	
			ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU (3 คะแนน)	ถูกต้อง	ในการเกิดงานทางฟิสิกส์จะต้องมีแรงที่กระทำ และการกระจัด โดยแรงที่กระทำต้องมีทิศทางในแนวการเคลื่อนที่ กรณี สมชายเข็นรถ เป็นดังนี้ 	–	32
PU (2 คะแนน)	ถูกต้อง	ในการเกิดงานทางฟิสิกส์จะต้องมีแรงที่กระทำ และการกระจัด โดยมีทิศทาง	4	6
	ไม่ถูกต้อง	งานทางฟิสิกส์จะต้องมีแรงที่กระทำ และการกระจัด โดยแรงที่กระทำต้องมีทิศทางในแนวการเคลื่อนที่	2	2
PS (1 คะแนน)	ถูกต้อง	งานทางฟิสิกส์จะต้องมีแรงที่กระทำ และระยะทาง	30	1
	ไม่ถูกต้อง	งานทางฟิสิกส์จะต้องมีแรงที่กระทำ และการกระจัด	1	–
AC (0 คะแนน)	ถูกต้อง	–	–	–
	ไม่ถูกต้อง	–	-	–
NU (0 คะแนน)	ไม่ถูกต้อง	ไม่ตอบ	4	–

ก่อนเรียน นักเรียนทุกคนมีมโนมติที่ไม่สมบูรณ์ (SU) เกี่ยวกับความหมายการทำให้เกิดงานในทางฟิสิกส์และมีส่วนน้อย (ประมาณ 14%) มีความมโนมติไม่สมบูรณ์ (PU) นักเรียนส่วนมาก (76%) มีมโนมติบางส่วนร่วมกับมโนมติคลาดเคลื่อน (PS) ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่าการทำให้เกิดงานคือการที่ต้องมีแรงกระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่านั้น มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและมีนักเรียนประมาณ 10% ที่ไม่แสดงเหตุผล **หลังเรียน**นักเรียนส่วนมาก (78%) มีมโนมติสมบูรณ์ (SU) เกี่ยวกับการเกิดงาน และนักเรียนประมาณ 20% ยังมีมโนมติที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับการเกิดงาน

ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ไม่อิงเนื้อหาที่สอน)

สถานการณ์ 1 ตอบคำถามข้อ 1 – 5 สมศรีออกเดินทางไปท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ณ หนองน้ำแห่งหนึ่ง เธอพบว่ามีบัวหลวงที่ดอกบานสะพรั่งสวยงาม เธอจึงต้องการนำบัวหลวงมาปักในแจกันและต้องการให้บัวหลวงมีความสดให้นานที่สุด มีคนแนะนำเธอว่า การนำน้ำตาลทรายใส่ในน้ำที่แช่ดอกไม้จะทำให้ดอกไม้สดได้นานกว่าน้ำเปล่า เพื่อนบางคนก็บอกว่าเขาเคยเอาน้ำมะนาวใส่ในน้ำแล้ว พบว่า ดอกไม้ในแจกันสดนานกว่า บางคนก็บอกว่าเคยเห็นแม่เติมเกลือลงในแจกันก่อนนำดอกไม้ไปแช่ นักเรียนคิดว่า ถ้าสมศรีต้องการพิสูจน์ว่าอะไรทำให้บัวหลวงสดได้นาน สมศรีจะต้องทำอย่างไร (ประยุกต์มาจาก โครงงานของโรงเรียนธรรมราชศึกษา)

1. จากสถานการณ์ 1 คำถามหรือปัญหาที่นำไปสู่การตรวจสอบได้ของสมศรีเป็นไปตามข้อใด
   ก. ทำไมดอกบัวหลวงจึงเหี่ยว
   ข. บัวหลวงในสระหรือหนองน้ำใดสดดีกว่ากัน
   ค. สารละลายอะไรทำให้บัวหลวงสดได้นาน
   ง. แจกันแบบใดทำให้บัวหลวงสดนาน

2. ถ้าสมศรีต้องการพิสูจน์วิธีการที่ทำให้บัวหลวงสดได้นานตามคำแนะนำของเพื่อน ตัวแปรต้นในการทดลองของสมศรีคืออะไร
   ก. ชนิดของบัวหลวง
   ข. สารละลายที่แช่บัวหลวง
   ค. ขนาดของแจกัน
   ง. ความสดของบัวหลวง

3. จากข้อ 2 ถ้าสมศรีต้องการพิสูจน์วิธีการที่ทำให้บัวหลวงสดได้นานตามคำแนะนำของเพื่อน ตัวแปรตามในการทดลองของสมศรีคืออะไร
   ก. ชนิดของบัวหลวง
   ข. สารละลายที่แช่บัวหลวง
   ค. ขนาดของแจกัน
   ง. ความสดของบัวหลวง

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ
   ก. สารละลาย หมายถึง สารที่ เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกัน
   ข. สารละลาย หมายถึง สารที่ประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวละลาย
   ค. ความสดของดอกบัว หมายถึง ความงามของดอกบัว
   ง. ความสดของดอกบัว หมายถึง กลีบของดอกบัวหลวงที่มีลักษณะไม่คล้ำและดำ

5. ถ้าผลการทดลองเป็นดังตาราง ข้อใดสรุปผลจากการทดลองนี้ได้เหมาะสมที่สุด

สารละลาย	ความสดของดอกบัวหลวง		
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
น้ำตาลทราย	ปลายกลีบเริ่มดำ	ปลายกลีบดำ	ปลายกลีบดำ เหี่ยว
น้ำมะนาว	กลีบสด	กลีบสด	กลีบสด
น้ำเปล่า	กลีบสด	ปลายกลีบเริ่มดำ	กลีบดำ เหี่ยว

   ก. สารละลายที่มีประสิทธิภาพต่อความสดของดอกบัวหลวงได้ดีที่สุดคือสารละลายน้ำมะนาว รองลงมาคือน้ำเปล่า ต่ำสุดคือสารละลายน้ำตาลทราย
   ข. สารละลายที่มีประสิทธิภาพต่อความสดของดอกบัวหลวงได้ดีที่สุดคือสารละลายน้ำมะนาว รองลงมาคือน้ำตาลทราย ต่ำสุดคือน้ำเปล่า
   ค. ชนิดและปริมาณของสารละลายมีผลต่อความสดของดอกบัวหลวง
   ง. ไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้เพราะไม่มีข้อมูลเชิงตัวเลขที่ชัดเจน