

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์  
กายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ  
ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks  
และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)



ธนภัทร บุญเพ็ชร

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)ร่วมกับ  
สื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)



การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

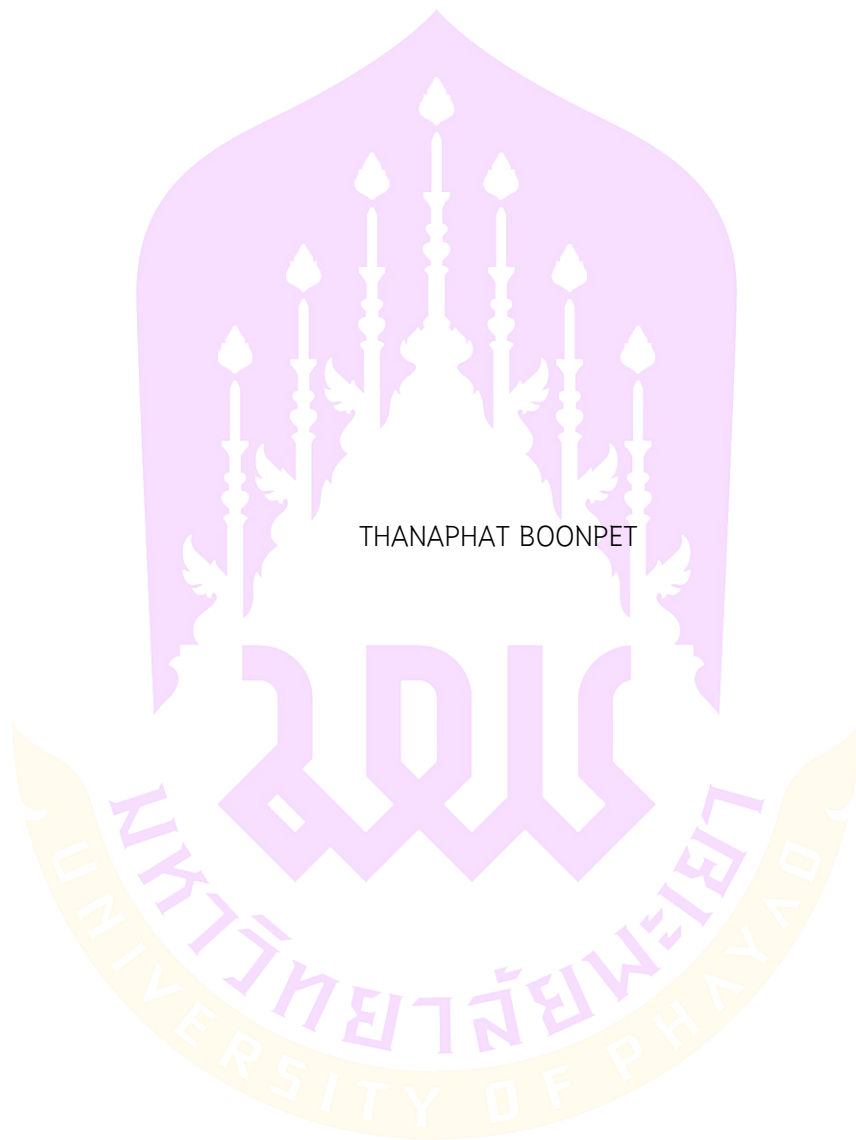
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

THE COMPARISON OF LEARNING ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TOWARD PHYSICAL  
SCIENCE OF GRADE TWELVE STUDENTS BETWEEN PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)  
TEACHING METHOD WITH CONCEPT INSTRUCTIONAL MEDIA BY SOLIDWORKS AND THE  
TRADITIONAL METHOD (5E)



THANAPHAT BOONPET

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment  
of the Requirements for the Master of Education Degree  
in Curriculum and Instruction

May 2024

Copyright 2024 by University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)ร่วมกับ  
สื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

ของ ธนภัทร บุญเพ็ชร

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกดาพร ปัญญาพุกฤษ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ดร. อาภาพรธรณ ประทุมไทย)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลำไย สีหามาตย์)

..... คณบดีวิทยาลัยการศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. รักษิต สุทธิพงษ์)

- เรื่อง:** การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)
- ผู้ศึกษาค้นคว้า:** ธนภัทร บุญเพ็ชร, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2566
- อาจารย์ที่ปรึกษา:** ดร. อาภาพรธน ประทุมไทย
- คำสำคัญ:** วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE), Solidworks, วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ (5E), ผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) และ 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ POE ร่วมกับโปรแกรม Solidworks และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ สถิติบรรยาย และการทดสอบค่าที(t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**Title:** THE COMPARISON OF LEARNING ACHIEVEMENT AND ATTITUDESTOWARD PHYSICAL SCIENCE OF GRADE TWELVE STUDENTS BETWEENPREDICT–OBSERVE–EXPLAIN (POE) TEACHING METHOD WITHCONCEPT INSTRUCTIONAL MEDIA BY SOLIDWORKS AND THE TRADITIONAL METHOD (5E)

**Author:** Thanaphat Boonpet, Independent Study: M.Ed. (Curriculum and Instruction), University of Phayao, 2023

**Advisor:** Dr. Arpapun Prathumthai

**Keywords:** Predict–Observe–Explain (POE) method, Solidworks, The traditional method (5E), Learning Achievement physical science, Attitudes toward physical science

### ABSTRACT

This research is conducted with the following objectives: 1) compare the learning achievement of students who receive the Predict–Observe–Explain (POE) instructional approach combined with Solidworks instructional media before and after learning, 2) compare post–study achievement between students who received the method. Conduct Predict–Observe–Explain (POE) learning with Solidworks teaching materials and students who receive the traditional method (5E), and 3) compare attitudes towards science between students who received the method. Conduct Predict–Observe–Explain (POE) learning with Solidworks teaching materials and students who receive the traditional method (5E). The study involved sixth–grade students, with 35 students in the experimental group and 35 in the control group. The research tools included: 1) POE instructional plan combined with Solidworks and a conventional 5E instructional plan on projectile motion 2) test measuring science learning outcomes on projectile motion, and 3) survey measuring attitudes toward physical science. Statistics used for analysis, including mean scores, standard deviations, independent samples t–test, and dependent samples t–test. The research findings indicate that: 1) the learning achievement of students who received the POE teaching method combined with Solidworks was significantly higher after learning compared to before learning, 2) the post–learning achievement of students who received the POE teaching method combined with Solidworks differed significantly from those who received the traditional 5E method, and 3) after learning, students who received the POE teaching method combined with Solidworks exhibited significantly higher science attitudes compared to students who received the traditional 5E method, at a statistical significance level of 0.05

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความเมตตาจากอาจารย์ ดร.อาภาพรรณ ประทุมไทย อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ ความช่วยเหลือ ติดตามความก้าวหน้าให้ผู้วิจัยมีความรับผิดชอบต่อการทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อย่างเต็มความสามารถ สละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบ และปรับแก้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ พร้อมทั้งให้ ข้อคิดและชี้แนะถึงแนวทางการดำเนินการต่าง ๆ หลายประการที่เป็นประโยชน์อย่างมากแก่ผู้วิจัย ตลอดจนพัฒนาศักยภาพตนเองให้ดีขึ้น จนกระทั่งการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ปัญญาพฤกษ์ ประธานกรรมการสอบป้องกันการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และอาจารย์ ดร.ลำไย สีหามาตย์ กรรมการสอบป้องกันการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเมตตา เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้มีความสมบูรณ์และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่งในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง อีกทั้งขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเมธีวุฒิมกร "วัดพระธาตุหริภุญชัย" ที่ท่านได้ให้ความอนุเคราะห์แก่ผู้วิจัยในการทดลองและใช้เครื่องมือวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณวิทยาลัยการศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยพะเยา สถาบันการศึกษาอันทรงคุณค่าที่ป่มเพาะ ประสพการณ์ ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางวิชาการ ตลอดจนคุณธรรมจริยธรรมในการดำเนินชีวิตและการทำงานแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ ร.ต.ต.สิงห์คำ คำทอง ผู้ซึ่งเป็นคุณตา นางศรีจันทร์ คำทอง ผู้ซึ่งเป็นคุณยาย และนางณิชานันท์ คำทอง ผู้ซึ่งเป็นคุณแม่ของข้าพเจ้า ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา ให้คำแนะนำ กำลังใจและแรงใจที่มีคุณค่ายิ่งแก่ผู้วิจัยเสมอมา คุณประโยชน์อันใดที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้ ผู้วิจัยขอมอบเพื่อบูชาคุณแต่ครอบครัวของข้าพเจ้า ผู้มีพระคุณสูงสุด ตลอดจนครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	6
สมมติฐานงานวิจัย .....	7
ขอบเขตของการวิจัย .....	7
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	8
ตัวแปรที่ศึกษา .....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	9
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	13
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict Observe Explain: POE).....	31
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมจำลอง Solid work.....	34

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).....	35
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	37
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ .....	44
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	55
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	56
กลุ่มประชากรตัวอย่าง .....	57
เครื่องมือในการวิจัย.....	57
การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ .....	58
วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล .....	67
สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	70
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	72
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	72
ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
บทที่ 5 บทสรุป.....	77
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	77
สมมติฐานการวิจัย .....	77
สรุปผลการวิจัย .....	78
อภิปรายผลการวิจัย .....	79
ข้อเสนอแนะ.....	83
บรรณานุกรม .....	85
ภาคผนวก .....	95
ภาคผนวก ก ขอความอนุเคราะห์และรายชื่อแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความ เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการ	

สอนด้วยโปรแกรม Solidworks และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) แบบวัด  
 ผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ .....96

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....97

ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 148

ภาคผนวก ง คะแนนจากการทดลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 159

ประวัติผู้วิจัย ..... 162



## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน มาตรฐานว 2.2.....	14
ตาราง 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน มาตรฐาน ว 2.3.....	18
ตาราง 3 แสดงหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 .....	28
ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดบูรณาการ สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่นที่ นำมาใช้ในการวิจัย .....	30
ตาราง 5 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม มีการทดสอบก่อนเรียน และหลัง เรียน .....	56
ตาราง 6 แสดงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การ เรียนรู้ และเวลา .....	58
ตาราง 7 แสดงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การ เรียนรู้ และเวลา .....	61
ตาราง 8 แสดงสาระสำคัญ 4 หัวข้อย่อยในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ .....	65
ตาราง 9 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การ เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียน (N = 35คน).....	73
ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	73
ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) 74	

ตาราง 12 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรมSolidworks..... 75

ตาราง 13 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)..... 76



## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	55
---------------------------------	----



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมในปัจจุบันเป็นยุคของเศรษฐกิจฐานความรู้ มนุษย์ต้องดำเนินชีวิตอยู่ท่ามกลางข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศต่าง ๆ มากมาย การเข้าถึงข้อมูลสามารถเกิดขึ้นตลอดเวลา ทำได้ง่าย รวดเร็ว ผ่านเทคโนโลยี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2554) โดยเทคโนโลยีส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม และด้านเศรษฐกิจ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559) ซึ่งกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีอิทธิพลในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก และเข้ามามีบทบาทในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการการศึกษา (Suvarna, Sandhya and Chanakya, 2015) มีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างสรรค์บทเรียนกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) โดย พนิดา ตันศิริ (2553) กล่าวว่า เทคโนโลยีมีส่วนสำคัญในการพัฒนาการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนอกจากนี้ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545) ยังได้กล่าวว่า นอกจากจะนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยพัฒนานักเรียนแล้ว การจัดการเรียนโดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและยังสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งเทคโนโลยีดิจิทัลส่งผลให้คนในสังคมต้องปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมดิจิทัล ทำให้เกิดภาพสะท้อนถึงวิธีการเรียนในปัจจุบันที่มีอิทธิพลจากเทคโนโลยีดิจิทัลโดยการเรียนการสอนได้สร้างรอยต่อจากห้องเรียนสู่การเรียนรู้ในบริบทจริง ผ่านช่องทางสื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และโลกออนไลน์ และเป็นตัวผลักดันที่สำคัญในการสร้างแรงจูงใจที่สำคัญในการเรียนรู้ในมุมมองภาคการศึกษา (ธานินทร์ อินทวิเศษ และคณะ, 2562) ซึ่งในประเทศไทย นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ อาทิ วิชาภาษาอังกฤษ พิษชุดา นวมยของบุญ (2561) ได้มีการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง ในการพัฒนาหนังสือคำศัพท์กิริยา ส่วนวิชาคณิตศาสตร์ได้มีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาใช้เป็นสื่อเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน (สุทธิสันต์ ลำพงษ์เหนือ, 2547) สำหรับวิชาฟิสิกส์ได้มีการใช้เทคโนโลยีการบันทึกภาพด้วยวีดีโอความเร็วสูงด้วยโปรแกรม Tracker ในการวิเคราะห์รูปแบบการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (จิราภรณ์ ปุณยวัจนพรกุล และวิไลพร ลักขมีวาณิชย์, 2562) นอกจากนี้ยังมีการใช้นวัตกรรมสื่อการสอน อาทิ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เรื่อง คลื่นเสียง (อทิตา ดวงดีทิพย์, 2558) ชุดตัวต่อเลโก้ในการสอน

วิชาฟิสิกส์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (พิชิตพล เฟ่งพิศ, 2559) เพื่อพัฒนาความเข้าใจและแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์คลาดเคลื่อนของนักเรียนระดับมัธยมปลาย แต่จากผลการวิจัยดังกล่าวพบว่านวัตกรรมทางการศึกษาที่ใช้ในการสอนรายวิชาฟิสิกส์ ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้เพียงพอ และยังคงมีความคลาดเคลื่อนในเนื้อหา อีกทั้งยังไม่สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้ทฤษฎีและการทดลอง ซึ่งวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้ 2 สาขาใหญ่ ๆ คือ วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Sciences) และชีวภาพ (Biological Sciences) (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2537) โดยเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพจะเรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร พลังงาน คลื่น และการเคลื่อนที่ เช่น การเคลื่อนที่ในแนวตรง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง แล้วพัฒนาไปยังการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพนั้นเป็นพื้นฐานสู่การเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ที่ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพจึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนต้องสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้อง เข้าใจง่าย และเป็นรูปธรรมให้แก่นักเรียนในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ แต่ทว่าเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพนั้นมีความยาก ซับซ้อน มีความเป็นนามธรรมสูง ยากที่นักเรียนจะเห็นภาพและเข้าใจได้ง่าย เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หรือ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย หากนักเรียนมีความเข้าใจหลักการเบื้องต้นของการเคลื่อนที่เหล่านี้ย่อมส่งผลไปยังการศึกษากลศาสตร์ขั้นสูงให้มีประสิทธิผล โดยเฉพาะเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่นักเรียนยังมีความคลาดเคลื่อนในเนื้อหาอยู่มาก (จิราภรณ์ ปุณยวัจนพรกุล และ วิไลพร ลักษมีวาณิชย์, 2562) เนื่องจากนักเรียนเข้าใจผิดเกี่ยวกับการขว้างวัตถุจากหน้าผาสูงด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน และนักเรียนมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการขว้างวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วง (Anne Prescott and Michael Mitchelmore, 2004) สอดคล้องกับการศึกษาของ อนุชา แป้นจันทร์, ธิติยา บงกชเพชร และศิรานี ขาล้ำเลิศ (2559) ที่พบว่าร้อยละ 57 ของนักเรียนไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ในแนวตั้งและแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ อีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นปัญหาที่ส่งผลต่อผลการเรียนวิชาฟิสิกส์นั้นเกิดจากนักเรียนส่วนใหญ่เรียนโดยการท่องจำสูตรมากกว่าการเรียนรู้ที่จากความเข้าใจที่ถูกต้อง

ผลการสอบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในปี 2558 พบว่าความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยไม่มีความเปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับผลประเมินการสอบ O-net (Ordinary National Education Test) ซึ่งเป็นการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานที่ถูกจัดสอบขึ้นโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ หรือสทศ. ซึ่งเป็นการจัดสอบสำหรับ

นักเรียนชั้นป.6, ม.3 และม.6 เพื่อชี้วัดคุณภาพและมาตรฐานทางการศึกษา นักเรียนและโรงเรียน พบว่าผลการสอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นป. 6 ม.3 และม.6 ในระหว่างปีการศึกษา 2557-2560 มีแนวโน้มที่จะต่ำลง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ย O-net ปี 2561 เมื่อพิจารณาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือสาระที่ 2 ชีวิต กับสิ่งแวดล้อม คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 42.96 รองลงมาคือ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.02 และสาระที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.46 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) อีกทั้งผลการสอบ O-net รายวิชาวิทยาศาสตร์ในปี 2565 พบว่าคะแนนสาระที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.34 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผลคะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ยังคงมีผลสัมฤทธิ์ที่ต่ำต่อเนื่องมาตลอด

การแก้ไขผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ หรือฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีหลากหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น การใช้ชุดกิจกรรม ตามที่ มยุรี จักรสิทธิ์ และคณะ (2563) กล่าวว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กรณีวัตถุหมุนและไม่หมุน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม ผสมกับการใช้เทคโนโลยีร่วมกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ นอกจากนี้ ปัทวรรณ ประทุมดี กัญยรัตน์ สอนสุภาพ (2564) ยังได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนบทเว็บ เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียน ผ่านการเรียนบนบทเรียนบนเว็บ อีกหนึ่งวิธีที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนคือการพัฒนาเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับนักเรียนตรงกับแนวคิดของ วิจารย์ พานิช (2555) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนต้องมีบทบาท เป็นผู้อำนวยความสะดวกและเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือทำแล้วเกิดการเรียนรู้ในใจและสมองของนักเรียนเอง โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเสนอแนะให้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) 5Es ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์, พะนอ กาญจนะ และถวัลย์ มาศจรัส, 2549) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) 5Es ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

(Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003) แต่การสอนแบบ 5Es มีข้อจำกัดคือนักเรียนที่มีระดับปัญญาต่ำกว่าขาดแรงจูงใจในการสืบค้นเนื้อหา หากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่น่าสนใจจะทำให้เด็กเบื่อหน่ายในการเรียน (นวลจิตต์ ชาวศิริพิงค์, 2551) อีกหนึ่งวิธีที่นิยมในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีคือการจัดการเรียนรู้แบบ POE ตามที่ ศรีนภา ภาคภูมิ (2554) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เป็น การจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเกิดความคงทนในการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นวิธีการสอนที่ทำให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมลงมือหาคำตอบและเกิดเป็นองค์ความรู้ของตนเอง (ชญาณี สุวรรณกาญจน์ และอัญชลี ทองเฒ่า, 2563) ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำนาย นักเรียนต้องทำนายเหตุการณ์และให้เหตุผลประกอบการทำนาย 2) ขั้นการสังเกต ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ร่วมกันลงมือทดลอง หาคำตอบด้วยตนเอง และสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น 3) ขั้นการอธิบาย นักเรียนต้องอธิบายเหตุผลทั้งที่เป็นไปในทางเดียวกันหรือขัดแย้งกัน (White and Gunstone, 1992) โดย จริญญา ชลสินธุ์, สิรินภา กิจเกื้อกุล และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ (2559) กล่าวว่า นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้เมื่ออยู่ในสภาวะร่วมกลุ่มจากการร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันคิดวิเคราะห์และทำการระบุปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา ร่วมกับกลุ่มมากกว่าแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ทำให้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบ ความคิด และยกตัวอย่างประกอบทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง โดย ภาวดี รัตนจามิตร, สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ และเสาวรส ยิ่งวรรณะ (2563) พบว่าในขั้นอธิบาย (Explain) นักเรียนยังไม่สามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายผลการทดลองของตนเองได้สอดคล้องกับ ภัสสร สอนพิมพ์พ้อ (2557) ที่ได้สังเกตเห็นว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ยังคงพบว่ามึนักเรียนบางส่วนที่ยังคงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของหลักการวิทยาศาสตร์เหลืออยู่

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าสนใจ ซึ่งโปรแกรม Solidworks เป็นการใช้เทคโนโลยีในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Computer Aided Design: CAD) เพื่อมาช่วยในการ วิเคราะห์ความแข็งแรงของชิ้นงานก่อนที่จะ

สร้าง เครื่องต้นแบบ (ปราโมทย์ เดชะอำไพ และสุทธิศักดิ์ พงศ์ธนาพาณิช, 2548) ในลักษณะเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (อภิกรมย์ ชูเมฆา และดลหทัย ชูเมฆา, 2560) อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์เพื่อหาค่าการหดตัวของชิ้นงานวัสดุในชิ้นรูปและจำลองการออกแบบชิ้นงานวัสดุ โดยการหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดการหดตัวของวัสดุ (จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร, วัชรระ สุขเรืองกุล และนพพรวิษฐ์ วสันต์บั้งมี, 2561) อีกทั้งโปรแกรม Solidworks ยังสามารถนำมาประยุกต์กับรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และมองเห็นลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้มากขึ้น ตามที่ ณีภูริสา ผิวมา (2564) กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน สามารถช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาต่างกล่าวได้ สอดคล้องกับ Lowenthal (2008) ที่ได้กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครูต้องพยายามจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่คิดทางวิทยาศาสตร์ นอกจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาช่วยแล้ว ผู้สอนควรให้นักเรียนได้ ทำการทดลอง ลงมือปฏิบัติจริง สืบค้น และค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจในหลักการ กฎ และทฤษฎีพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ที่ถูกต้อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) แต่จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยพบว่ายังไม่มียานวิจัยใดในประเทศไทยที่นำโปรแกรม Solidworks มาประยุกต์ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพหรือฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมปลาย

จากสภาพปัญหาด้านผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิมิตร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” ซึ่งใน ระดับชั้นการศึกษาระดับนี้ ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเมธีวุฒิมิตร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” ได้มีการวัดผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยต่ำกว่าเป้าหมายที่โรงเรียนได้กำหนดไว้ จากคะแนนเฉลี่ยจำแนกตามรายสาระ จึงทราบว่าวิชาวิทยาศาสตร์สาระที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือแรงและการเคลื่อนโดยคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.92 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) โดยสาเหตุอาจมาจากนักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้จากการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ได้ตรวจสอบถึงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละคนในชั้นเรียนก่อน อีกทั้งยังใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยายในชั้นเรียนมากเกินไป จึงทำให้นักเรียนไม่เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ในระหว่างการเรียนรู้ และสื่อการสอนยังคงเป็นลักษณะของใบความรู้ที่เน้นให้นักเรียนคำนวณและทำแบบฝึกหัดมากเกินไป โดยไม่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน

การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ได้ จากการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนไม่ตอบสนองต่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ของนักเรียนได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มาใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกกร “วัดพระธาตุหรือภูษัยวรมหาวิหาร” ที่มีลักษณะเป็นโรงเรียนร่วมพหุวัฒนธรรม ให้ดีขึ้นควบคู่ไปกับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาและคาดว่าผลการศึกษาค้างนี้จะเป็นแนวทางให้ ครูผู้สอนนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ของตนเอง และเพื่อให้เป็นผลดีทั้งต่อตัวครูผู้สอน และต่อตัวนักเรียนนอกจากนี้ยังเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจในการนำวิธีการนี้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างหรือเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายกันหรือสาระการเรียนรู้ต่อไป

### คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อ การสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
2. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อ การสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) หรือไม่
3. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับ สื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) หรือไม่

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

### สมมติฐานงานวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
2. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
3. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

### ขอบเขตของการวิจัย

#### กลุ่มประชากรตัวอย่าง

**ประชากรที่ศึกษา ได้แก่** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกุล “วัดพระธาตุศรีบุญชัยวรมหาวิหาร” ตำบลในเมือง อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 145 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ได้แก่** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกุล “วัดพระธาตุศรีบุญชัยวรมหาวิหาร” จังหวัด ลำพูน ปีการศึกษา 2566 ที่ได้มาจากการการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 145 คน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ทำการสุ่มนักเรียนจำนวนนักเรียน 70 จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 145 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย
2. ทำการสุ่มอย่างง่ายเพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน และทำการจับสลากเพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมดังนี้

### กลุ่มทดลอง

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 35 คน

### กลุ่มควบคุม

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ห้องเรียนที่ 2 จำนวน 35 คน

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง ที่ทำการทดลองภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่ในแนวตรง
2. การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง
3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

### ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ วิธีการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 1) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และ 2) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

### ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
- 2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

## นียมคัพทเฉพาะ

1. การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนกำหนดสถานการณ์การเรียนรู้ขึ้นมาโดยให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการคิด แล้วลงมือปฏิบัติค้นหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ในการอธิบายจนเกิดความรู้ที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เก่าหรือสร้างความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นมาได้ (จิรภา กองมา, 2559) โดยมีทั้งหมด 3 ขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นทำนาย (P = Predict) เป็นขั้นตอนเริ่มต้นก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ขึ้นมาแล้วใช้คำถามให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมของแต่ละบุคคลคิดร่วมกับการใช้เหตุผลประกอบ เพื่อทำนายสถานการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในอนาคต

1.2 ขั้นการสังเกต (O = Observe) เป็นขั้นตอนลงมือปฏิบัติค้นหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยให้นักเรียนลงมือสังเกต หรือลงมือปฏิบัติการทดลอง หรือค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้จากสิ่งที่เกิดขึ้นในกิจกรรม เพื่อตอบปัญหาและข้อสงสัยได้

1.3 ขั้นการอธิบายผล (E = Explain) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ โดยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาอธิบายเปรียบเทียบ เพื่อสนับสนุนหรือขัดแย้งกับสิ่งที่คิดทำนายไว้ในขั้นตอนแรกก่อนลงมือค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีเหตุผล โดยครูผู้สอนอาจอธิบายเพิ่มเติมจนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับความรู้เก่าหรือสร้างเป็นความรู้ขึ้นมาใหม่ได้

2. การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน โดยเป็นการสอดแทรกการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม Solidworks โดยที่นักเรียนสามารถสัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์ได้จาก การจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อนำประสบการณ์ใหม่มาปรับให้เข้ากับสถานการณ์เดิม หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูคอยทำหน้าที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและส่งเสริมการสร้างแบบจำลองทางความคิดและการเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนนั้นเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นทำนายผล (Predict - P) เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และในกระบวนการขั้นนี้ ครูได้อธิบาย กฎ ทฤษฎี โดยใช้โปรแกรม Solidworks เกี่ยวกับเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำนาย และเข้าใจเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ

2.2 ขั้นสังเกต (Observe - O) เป็นขั้นตอนการหาคำตอบโดยการทำการทดลอง การสังเกต การทำกิจกรรม การสืบค้นข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ

2.3 ชั้นอธิบายผล (Explain – E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนายและการหาคำตอบว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

3. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยจะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) การนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) 2) การสำรวจ (Exploration) 3) การอธิบาย (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Expansion) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอนเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีการศึกษาจนเกิดความคิดและนำความเข้าใจนั้นไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง โดยที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ต่าง ๆ

4. Solidworks คือ โปรแกรมที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ หรือระบบที่เอาไว้สำหรับวิเคราะห์ปัญหาต่างๆในเชิงวิศวกรรม โดยมีลักษณะเป็นโปรแกรมสามมิติที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ หรือออกแบบของชิ้นงาน (Drawing) เพื่อช่วยในการออกแบบตัวอย่างเช่นวิเคราะห์ปัญหาด้านความร้อน (Thermal), ความเค้น – ความเครียด (Stress – strain), ความถี่ (Frequency), การโก่งงอ (Buckling), การตกกระทบ (Drop – Test) และการออกแบบปัญหาด้านอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อทางวิศวกรรม โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำโปรแกรม Solidworks มาประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่ได้มาจากกระบวนการทดสอบเพื่อประเมินผล การเรียนโดยจะมีการวัดหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง และการที่จะวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนได้นั้นจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบวัดวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีลักษณะแบบวัดเป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาเอง

6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Towards Science) เป็นความรู้สึก ความชอบ ไม่ชอบ ความนิยม ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยความคิดเห็นที่แสดงออกมา สามารถมีได้ทั้ง 2 ทาง คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทางลบ (Negative Attitude) และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทางบวก (Positive Attitude) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งแบ่งเป็นทั้งหมด

5 ด้าน ได้แก่ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 ความรู้สึกว่่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 5 ความกล้าแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะแบบวัดเป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาเอง

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ หรือเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. สารสนเทศที่ได้สามารถเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนสามารถเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพหรือวิชาฟิสิกส์

3. สารสนเทศที่ได้สามารถเป็นแนวทางให้โรงเรียนต่าง ๆ สามารถนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรายวิชาเนื้อหาและหลักสูตรที่ใกล้เคียง เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) โดยมีเนื้อหา ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
  - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
  - 1.2 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเมธีวุฒิกิจ “วัดพระธาตุหริภุญชัย” กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict Observe Explain: POE)
  - 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict Observe Explain: POE)
  - 2.2 ประโยชน์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict Observe Explain: POE)
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมจำลอง Solidworks
  - 3.1 ความหมายของโปรแกรมจำลอง Solidworks
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
  - 4.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 5.3 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 5.4 ขั้นตอนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
  - 6.1 ความหมายของเจตคติ
  - 6.2 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
  - 6.3 องค์ประกอบของเจตคติ
  - 6.4 ลักษณะของเจตคติ

- 6.5 การวัดเจตคติ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

#### 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

การพัฒนาความเข้าใจในมิติเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจคไทล์ โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบเปิดบูรณาการด้วยการใช้โปรแกรม Solidwork สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นี้ได้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสาระที่ 2 และสาระที่ 8 พร้อมทั้งอธิบายรายวิชา เป็นหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เห็นภาพรวมของหลักสูตรในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังนี้

#### ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ  
 มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในมาตรฐานว 2.2

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม. 5 – ม. 6	<p>1. วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลความเร็วกับเวลาการ เคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบาย ความเร่งของวัตถุ</p> <p>2. สังเกตและอธิบายการหาแรง ลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่ อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อ วัตถุโดยการเขียนแผนภาพการ รวมแบบเวกเตอร์</p> <p>3. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่ง ของวัตถุกับแรงลัพธ์ ที่กระทำ ต่อวัตถุและมวลของวัตถุ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการ เปลี่ยนความเร็วเป็นการ เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ความเร่งเป็นอัตราส่วนของ ความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลา และเป็นปริมาณเวกเตอร์ ไร กรณที่วัตถุหยุดนิ่งหรือ เคลื่อนที่ในแนวตรงด้วย ความเร็วคงตัววัตถุนั้นมี ความเร่งเป็นศูนย์</li> <li>● วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ถ้า ความเร็วและความเร่งมีทิศ เดียวกัน และมีความเร็วลง ถ้าความเร็วลดลง ถ้า ความเร็วและความเร่งมีทิศ ตรงกันข้าม</li> <li>● เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อ วัตถุหนึ่ง โดยแรงทุกแรงอยู่ ในระนาบเดียวกันสามารถหา แรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุนั้น ได้โดยรวมแบบเวกเตอร์</li> <li>● เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับ ศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะทำให้ วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมี ทิศทางเดียวกับ แรงลัพธ์โดย ขนาดของความเร่งขึ้นกับ ขนาดของ แรงลัพธ์กระทำต่อ วัตถุและมวลของวัตถุ</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
------	---------------	--------------------------

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	4. สังเกตและอธิบายแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา ระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● แรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ เป็นแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน เกิดขึ้นพร้อมกัน กระทำกับวัตถุคนละก้อน แต่มีทิศทางตรงข้าม</li> </ul>
	5. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการ เคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่การเคลื่อนที่ แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวหรือความเร่ง ไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แนวโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการตกแบบเสรี การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่ง มีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่ กลับไปกลับมาด้วยความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่ แรงลัพธ์เป็นศูนย์ เรียกจุดนี้ว่าตำแหน่งสมดุล ซึ่งนำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบสั่น</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ทั่วโลก	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่มีมวล จะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกกระทำ ต่อวัตถุ แรงนี้ นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของ วัตถุต่าง ๆ เช่น ดาวเทียม และดวงจันทร์รอบโลก</li> </ul>
	7. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็ก เนื่องจากกระแสไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในบริเวณ รอบแนวการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า หาทิศทาง ของสนามแม่เหล็ก เนื่องจากกระแสไฟฟ้าได้จาก กฎมือขวา</li> </ul>
	8. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้ง อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่อมีอนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก หรือ มีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ โดยกระแสไฟฟ้าไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนาม แม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้างมอเตอร์</li> </ul>
	9. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เมื่อมีสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดอีเอ็มเอฟ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรง เข็มและแรงอ่อน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ภายในนิวเคลียสมีแรงเข็มที่เป็นแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคในนิวเคลียส และเป็นแรงหลักที่ใช้ อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส นอกจากนี้ ยังมีแรงอ่อน ซึ่งเป็นแรงที่ใช้ อธิบายการสลายให้อนุภาคบีตาของธาตุกัมมันตรังสี</li> </ul>

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3

เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรัชญาการณที่เกี่ยวกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



ตาราง 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในมาตรฐาน ว 2.3

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม. 5 - ม. 6	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชัน และฟิวชัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชันเรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์โดยฟิชชัน เป็นปฏิกิริยา ที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียส ที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น พลังงานนิวเคลียร์ที่ ปลดปล่อยออกมาจาก ฟิชชันและฟิวชัน มีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ ระหว่างมวลกับพลังงาน</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>2. สืบค้นข้อมูล และอธิบาย การเปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปราย เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมา แก้ปัญหา หรือตอบสนอง ความต้องการทางด้าน พลังงาน โดยเน้นด้าน ประสิทธิภาพและความ คุ่มค่า ด้านค่าใช้จ่าย</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การนำพลังงานทดแทนมา ใช้เป็นการแก้ปัญหา หรือ ตอบสนองความต้องการ ด้านพลังงาน เช่น การ เปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์ เป็นพลังงานไฟฟ้า ใน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และ การเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงาน ไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ</li> <li>● เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมา แก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้าน พลังงานเป็นการนำ ความรู้ ทักษะและ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาสร้าง อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้ พลังงานมีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	3. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง จะเกิด การสะท้อน เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน จะเกิด การหักเห เมื่อคลื่น เคลื่อนที่ไปพบขอบสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบน เมื่อคลื่นสองขบวนมาพบกัน จะเกิดการรวมคลื่น เกิดรูปร่างของคลื่นรวม หลังจากคลื่นทั้งสองเคลื่อนที่ผ่านพ้น กันแล้ว จะแยกกัน โดยแต่ละคลื่น ยังคงมีรูปร่างและทิศทางเดิม</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	4. สังเกต และอธิบาย ความถี่ธรรมชาติ การสั่น พ้อง และผลที่เกิดขึ้นจาก การสั่นพ้อง	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อกระตุ้นให้วัตถุสั่นแล้ว หยุดกระตุ้น วัตถุจะสั่น ด้วยความถี่ที่เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ ถ้ามี แรง กระตุ้นวัตถุที่กำลัง สั่นด้วยความถี่ของการ ออกแรงตรงกับความถี่ ธรรมชาติของวัตถุนั้น จะ ทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลี จูดมากขึ้น เรียกว่า การ สั่นพ้อง เช่น การสั่นพ้อง ของอาคารสูง การสั่น พ้องของสะพาน การสั่น พ้องของเสียง ในเครื่อง ดนตรีประเภทเป่า</li> </ul>
	5. สังเกต และอธิบายการ สะท้อน การหักเห การ เลี้ยวเบน และการรวมคลื่น ของคลื่นเสียง	<ul style="list-style-type: none"> <li>เสียงมีการสะท้อน การ หักเห การเลี้ยวเบนและ การรวมคลื่นเช่นเดียวกับ คลื่นอื่น ๆ</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่ กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นปริมาณที่ใช้บอกเสียงสูงเสียงต่ำ โดยความถี่ที่คนได้ยินมีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๐,๐๐๐ เฮิรตซ์ ระดับเสียงเป็นปริมาณที่ใช้ บอกความดังของเสียง ซึ่งขึ้นกับความเข้มเสียง โดยความเข้มเสียงเป็นพลังงานเสียงที่ตกตั้งฉากบนพื้นที่หนึ่งหน่วยในหนึ่งหน่วยเวลา เสียงที่มีความดังมากเกินไปเป็นอันตรายต่อหู</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>7. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บิด ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเดินทางไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังผู้ฟัง ถ้าผู้ฟังได้ยินเสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิด และเสียงที่สะท้อนกลับมาแยกจากกัน เสียงที่ได้ยินนี้เป็นเสียงสะท้อนกลับ</li> <li>● เมื่อคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่ใกล้เคียงกัน มารวมกันจะเกิดบิต</li> <li>● เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ ผู้ฟังเคลื่อนที่ หรือ ทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่ ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์</li> <li>● ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้น จะเกิดการสั่นพ้องของเสียง</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>8. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น คลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราซาวนด์ใช้ในทางการแพทย์ ปิดของเสียงในการปรับเทียบ เสียงของเครื่องดนตรี การลั่นพ้องของเสียงใช้ในการออกแบบเครื่องดนตรีและอธิบายการ เปล่งเสียงของมนุษย์</li> </ul>
	<p>9. สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางสี โดยขึ้นกับสารสีบนผิววัตถุ และสะท้อนแสงสีที่เหลือออกมา ทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นกับแสงสีที่สะท้อนออกมา ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวยบนจอตา</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	10. สังเกต และอธิบายการทำงาน ของแผ่นกรอง แสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และ การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● แผ่นกรองแสงสียอมให้แสงสีบางสีผ่านออกไปได้ และกั้นบางแสงสี</li> <li>● การผสมแสงสีทำให้ได้แสงสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว</li> <li>● การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่หลากหลาย เปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำสารสีปฐมภูมิในปริมาณที่เท่ากันมาผสมกันจะได้สารสีผสมเป็นสีดำ</li> <li>● การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	11. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า และหลัก การทำงานของอุปกรณ์บาง ชนิดที่อาศัย คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> <li>● คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วยสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าที่ เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดย สนามทั้งสองมีทิศทางตั้ง ฉากกัน และตั้งฉาก กับทิศ ทางการเคลื่อนที่ของคลื่น</li> <li>● อุปกรณ์บางชนิดทำงานโดย อาศัยคลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้า เช่น เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องถ่ายภาพ เอกซเรย์ คอมพิวเตอร์ และเครื่อง ถ่ายภาพ การสั่นพ้อง แม่เหล็ก</li> </ul>



ตาราง 2 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	12. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย การสื่อสาร โดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อก กับสัญญาณดิจิทัล	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณ สมำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลง สัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม</li> <li>สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิด คือ แอนะล็อก และดิจิทัล การส่งผ่านสารสนเทศ ด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถส่งผ่านได้โดยมี ความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก</li> </ul>

## 2. หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเมธีวุฒิมกร “วัดพระธาตุหริภุญชัย” กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำอธิบายราย วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

สำหรับคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนเมธีวุฒิมกร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” ใช้เวลาเรียน 12 ชั่วโมง จำนวน 1 หน่วยกิตมีตัวชี้วัด รายละเอียด ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สำหรับหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนเมธีวุฒิกิจ “วัดพระธาตุหริภุญชัย” มีรายละเอียดดังนี้

**ตาราง 3 แสดงหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	<b>ธรรมชาติของฟิสิกส์และการวัด</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหมายและขอบเขตวิชาฟิสิกส์</li> <li>- ปริมาณทางฟิสิกส์</li> <li>- หน่วยวัดทางฟิสิกส์</li> <li>- การวัดปริมาณทางฟิสิกส์</li> <li>- เลขนัยสำคัญ</li> <li>- การนำเสนอข้อมูลทางฟิสิกส์</li> <li>- ฟิสิกส์กับชีวิตประจำวัน</li> </ul>	ว 2.2 ม.2/14-15	10	25
2	<b>แรงและชนิดของแรง</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ธรรมชาติของแรง</li> <li>- ชนิดของแรง</li> <li>- แรงธรรมชาติ</li> <li>- แรงชนิดอื่นและการใช้ประโยชน์</li> <li>- เวกเตอร์ของแรง</li> </ul>	ว 4.1 ม. 4-6/1-4 ว 8.1 ม.4-6/1-12	10	25
3	<b>ปริมาณของการเคลื่อนที่</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระยะทางและการกระจัด</li> <li>- อัตราเร็วและความเร็ว</li> <li>- อัตราเร่งและความเร่ง</li> <li>- กราฟของการเคลื่อนที่</li> <li>- สมการของการเคลื่อนที่</li> </ul>	ว 4.2 ม. 4-6/1, ว 8.1 ม. 4-6/1-12	10	25

ตาราง 3 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
4	<b>การเคลื่อนที่ของวัตถุ</b>			
	- การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ	ว 4.2 ม. 4-6/2-3,	10	25
	- กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	ว8.1 ม.4-6/1-12		
รวมเวลาเรียนตลอดภาค			40	100

จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐานที่ ว4.1 มาตรฐานที่ ว.4.2 สาระที่ 2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาตรฐานที่ ว 8.1 รวมทั้งหมด 19 ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ของรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกิจ “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต้องมีความรู้และประสบการณ์เดิมในการสืบค้น ทดลอง อธิบาย และนำเสนอผลการเรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง แรง กิริยา แรงปฏิกิริยา แล้วมาเรียนรู้เพิ่มเติมโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ในการเคลื่อนแบบโพรเจกไทล์ ฉะนั้น การดำเนินวิจัยในครั้งนี้ มีตัวชี้วัดสาระแกนกลางที่หลักสูตรกำหนด และสาระการเรียนรู้ดังตาราง ที่ 2.4

**ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดบูรณาการ สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น  
ที่นำมาใช้ในการวิจัย**

ตัวชี้วัดบูรณาการ	สาระการเรียนรู้แกนกลาง (ตามหลักสูตรกำหนด)	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น (สถานศึกษากำหนด)
1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างการกระจัด เวลาความเร็ว ความเร่ง การเคลื่อนที่แนวระนาบ แนวตั้ง แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์รวม ไปถึงการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการ เคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ด้วย สถานการณ์จำลองโดยการจัดการ เรียนรู้ Solidworks (ว 2.2 ป.4/1-2) (ว 2.2 ม.2/14-15) (ว 2.2 ม.5/1-3,5,6)	1. การเคลื่อนที่แบบโปรเจก ไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้ง ที่มีความเร็วในแนวราบคง ตัวและความเร่งในแนวตั้ง คงตัว	1. กิจกรรมที่ 1 เรื่องการลงพื้นที่ สำรวจเตรียมความพร้อมต่าง ๆ ในการคำนวณจรวดขวดน้ำ
2. อภิปรายการสืบค้นและประโยชน์ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโปรเจก ไทล์จากสถานการณ์จริง	2. การเคลื่อนที่แบบโปรเจก ไทล์สามารถนำไปใช้ ประโยชน์ เช่น การเล่น เทนนิส บาสเกตบอล	2. กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การสร้าง จรวดขวดน้ำ และจำลอง สถานการณ์จริง
3. อธิบายผลเกี่ยวกับการทำนาย และ ผลที่เกิดขึ้นจริง จาก การ ตั้งสมมติฐานกับ การสังเกต และ ทดลอง		3. กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมแข่งขัน จรวดขวดน้ำวิทยาศาสตร์ของ โรงเรียนเมธีวุฒิกิจ “วัดพระธาตุ หริภุญชัยวรมหาวิหาร”

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

(Predict Observe Explain: POE)

### 1. การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict Observe Explain: POE)

การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย POE (Predict–Observe–Explain) เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นโดย White and Gunstone (1992) POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอน การนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นหากมีการเปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับ สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2554) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบ POE(Predict–Observe–Explain) สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจ และค้นหา และหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับ ความคิดของตนให้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอน P (Predict) และการใช้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับคำทำนายนักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริงหรือตาม แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้แบบ POE (Predict–Observe–Explain) มีขั้นตอนดังนี้

1. การทำนาย (Predict) ก่อนลงมือทำกิจกรรมให้ผู้เรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น ในกิจกรรมที่สังเกตพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (การเดา โดยไรเหตุผลเป็นสิ่งที่ไม่มีความหมายหากจะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบนี้)

2. การสังเกต (Observe) ให้นักเรียนลงมือสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นโดยละเอียด และบันทึกผล (การสังเกตโดยไม่มีการบันทึกผลหรือการจดจำเพียงอย่างเดียวไม่จัดว่าเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

3. การอธิบายผล (Explain) ให้ผู้เรียนอธิบายความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้ และสิ่งที่เกิดขึ้นจริง พร้อมทั้งให้เหตุผลจะทำให้ผู้สอนเข้าใจการจัดการเรียนรู้แบบ POE (Predict–Observe–Explain) ก็เหมือนกับ วิธีการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ถ้าผู้สอนใช้การจัดการเรียนรู้แบบ POE (Predict–Observe–Explain) อย่างสม่ำเสมอผู้เรียนจะมีความคุ้นเคยและเกิดการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้การจัดการเรียนรู้แบบ POE (Predict–Observe–Explain) มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ให้ความหมายถึงวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ไว้ว่าหมายถึงการสอนที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้จากการทำนาย (Predict) การสังเกต (Observe) และการอธิบาย (Explain) โดยให้นักเรียน

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าก่อนลงมือทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสังเกต และจัดจ้อย่างละเอียดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและนำผลที่ได้จากการสังเกตมา อธิบายและเปรียบเทียบกับตัวเอง

White and Gunstone (1992) ได้กล่าวว่าเทคนิคการสอน POE แบ่งเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Predict) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการทำนายสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและสังเกตสิ่งที่ได้จากสถานการณ์ตามความเข้าใจของตนเอง
3. ขั้นอธิบาย (Explain) จะเป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องแก้ไขข้อขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ทำนายกับสิ่งที่สังเกตได้โดยวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้และผลของการลงมือปฏิบัติ ในขั้นสังเกต เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์นั้น ๆ

Haysom and Bowen (2010) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ว่าเป็นการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นการทำ ทายให้นักเรียนเกิดการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนเนื่องจากการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ แบบบรรยาย อย่างเดียวนั้นเป็นการทำให้ผู้เรียนอยู่ในสถานะ “พยาน” นั่นคือ แค่ผ่านมาเห็น เหตุการณ์ ดังนั้น ความเข้าใจ และทัศนคติอาจแตกต่างกันไปจาก “ผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์” อย่าง แท้จริง

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า วิธีสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็น การสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยเป็นการสอนที่สอดคล้องต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิธีการสอนรูปแบบนี้จะเน้นการทำทายให้นักเรียนเกิดการมีส่วนร่วมในกระบวนการ เรียนทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนจะมีรูปแบบการดำเนินการเป็นขั้นชัดเจน โดยจะมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Predict) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะพยายามให้นักเรียนได้ใช้ ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนในการพยายามทำนายถึงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นใน ก่อนลงมือปฏิบัติจริง
2. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนลงมือสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นโดย ละเอียดหรือทดลองกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และบันทึกผลจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
3. เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องแก้ไขข้อขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ทำนายกับสิ่งที่ สังเกตได้โดยวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้

## 2. ประโยชน์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

### (Predict Observe Explain: POE)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เป็นรูปแบบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนทำนายเหตุการณ์ก่อน และทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของนักเรียน เป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง แล้วให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น พร้อมจดบันทึก เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการอธิบายผลจากสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากที่ทำนายไว้อย่างไร นั่นทำให้นักเรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไรและได้เรียนรู้อะไรเพิ่มจากการทำกิจกรรมบ้าง เป็นการตอกย้ำความรู้ที่ได้รับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

White and Gunstone (1992) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ไว้ว่าเป็นวิธีที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและส่งผลเชิงบวกในด้านการเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองและเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน.

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ที่ชัดเจน และเหมาะสมกับการพัฒนา แนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้ ขั้นทำนาย (p) เป็นขั้นที่สามารถให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในขั้นนี้เป็นการจัดการเรียนรู้และเป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยใช้การตั้งคำถามสถานการณ์ หรือทรัพยากรต่าง ๆ ที่น่าตื่นเต้น

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเกี่ยวกับประโยชน์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict Observe Explain : POE) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยสามารถทำให้ผู้เรียนได้รู้และเกิดความตระหนักถึงความรู้เดิมของตนเอง และพัฒนาต่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ โดยผ่านกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดผ่านการกระตุ้นจากการตั้งคำถาม หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่น่าตื่นเต้นจากครูผู้สอน (ขั้นทำนาย : Predict) พร้อมทั้งให้ผู้เรียนได้มีการทดลองโดยใช้ความรู้และสิ่งที่ตนเองได้รับจากกระบวนการได้คิดอย่างเต็มรูปแบบเพื่อเป็นการตอกย้ำความรู้ที่ตนเองได้รับ (ขั้นสังเกต : Observe)

## เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมจำลอง Solid work

### 1. ความหมายของโปรแกรมจำลอง SolidWorks

เกรียงไกร แซมสีม่วง (2564) กล่าวถึง โปรแกรม SolidWorks Simulation คือ ระบบการวิเคราะห์และออกแบบอย่างสมบูรณ์ โดยทำงานร่วมกันกับโปรแกรม SolidWorks ซึ่ง โปรแกรม SolidWorks Simulation สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางด้าน ความร้อน (Thermal), ความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain), ความถี่ (Frequency), การโก่งงอ (Buckling), ความล้า (Fatigue), การตกกระแทก (Drop Test), การวิเคราะห์ปัญหาแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Analysis), การวิเคราะห์ปัญหาแบบไดนามิกเชิงเส้น (Linear Dynamic Analysis) และการออกแบบปัญหาทางานลักษณะ ท่อที่รับแรงดัน (Pressure Vessel Design) ได้ภายในเวลาอันรวดเร็วและง่ายดาย ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งแบบ Notebook และแบบ PC

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี (2548) กล่าวถึงโปรแกรม Solidworks ว่าเป็น โปรแกรมที่ใช้ออกแบบที่เกิดจากการนำเอาข้อดี ความคุ้นเคยในการทำงานโปรแกรมอื่น ๆ มาประสมจนทำให้เป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่าย ซึ่งโปรแกรม Solidworks เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาช่วยออกแบบการแสดงชิ้นงาน โดยเป็นลักษณะของการเขียนแบบชิ้นงานในโครงสร้างรูปแบบ 3 มิติ

ศิริสิทธิ์ แก้วม่วง ชินินทร์ ตรงจิตภักดี (2565) กล่าวถึงโปรแกรม Solidworks ว่าเป็นโปรแกรมออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ใช้วิเคราะห์พฤติกรรมในการสร้างแบบจำลอง ของไหล ผ่านโมเดล 3 ในการวิเคราะห์ความสามารถของ Flow Simulation สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของของไหล เช่น ความเร็ว ทิศทางการไหลความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล เป็นต้น เข้ามาช่วยในการจำลองสภาพเสมือนจริงและ วิเคราะห์ผล

พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ์ (2564) กล่าวว่า โปรแกรม Solidworks โปรแกรมทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่นิยมใช้ในการเขียนแบบ และออกแบบชิ้นงาน ควบคู่ไปกับการศึกษาและปฏิบัติทางด้านทฤษฎี โดยเป็นลักษณะของการนำโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์มาใช้ประกอบร่วมกัน โดยโปรแกรม SolidWorks เป็นซอฟต์แวร์ที่นักออกแบบใช้เป็นเครื่องมือถ่ายทอดความคิดในการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำลองผ่านคอมพิวเตอร์

จากนักวิชาการข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า Solidwork คือ โปรแกรมที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ หรือระบบที่เอาไว้สำหรับวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ในเชิงวิศวกรรม โดยมีลักษณะเป็นโปรแกรมสามมิติที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ หรือออกแบบของชิ้นงาน (Drawing) เพื่อช่วยในการออกแบบ ตัวอย่างเช่นวิเคราะห์ปัญหาด้าน ความร้อน (Thermal), ความเค้น - ความเครียด (Stress - strain), ความถี่ (Frequency), การ

โก่งงอ (Buckling), การตกกระทบบ (Drop – Test) และการออกแบบปัญหาด้านอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อทางวิศวกรรม

## เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

### 1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์จึงเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะ โดยนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540)

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ทดลอง สำรวจการสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ แล้วนำมาอภิปราย

4. การขยายความรู้ (Expansion) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้จากขั้นตอนที่ 2 และ 3 ใช้ในกิจกรรมเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจทักษะกระบวนการ เพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวคิดหลักของตนเอง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้ในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด

กระทรวงศึกษาธิการ (2544) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการนำความรู้ หรือแบบจำลองไปใช้อธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ ที่ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจ ตรวจสอบต่อไป ทำให้เป็นกระบวนการต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้อธิบายขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนเพิ่งเรียนรู้มาแล้วเว้นวรรคโดยครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามและกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้รวมไปถึงลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นหลังจากที่นักเรียนได้ลงมือสำรวจแล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์แปลผลสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อทราบว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด

ภพ เลหาไพบุลย์ (2552) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถได้รับประสบการณ์โดยตรงในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทิตนา แคมมณี (2545) ได้ให้นิยามการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะ หมายถึงการดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่นในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้การศึกษา ข้อมูลการวิเคราะห์การสรุปข้อมูล การอภิปรายและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยจะประกอบไปด้วย 5 ขั้น 1) การนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) 2) การสำรวจ (Exploration) 3) การอธิบาย (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Expansion) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอนเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีการศึกษาจนเกิดความคิด และนำความเข้าใจนั้นไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้จาก

การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง โดยที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ต่าง ๆ

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลที่เกิดจากการเรียนการสอนการศึกษา ค้นคว้าอบรมหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทำให้ประสบความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่าง ๆ ทางสมองซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รินชวัญ แก้วอุ้นเรือน, 2562) อีกทั้งกระทรวงศึกษาธิการ (2545) ยังได้ให้ความหมายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งมีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2533) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าเป็นการตรวจสอบระดับ ความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ว่าบุคคลสามารถเรียนรู้แล้วเท่าไร ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน ดังนี้

1. การวัดด้วยการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปแบบกระทำจริงในรูปแบบของผลงานในลักษณะนี้ต้องวัดโดยใช้ข้อสอบปฏิบัติ (Performance Test)
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) ที่เป็นลักษณะประสบการณ์เรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

โชติกา ภาษีผล (2559) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความสามารถอันเป็นผลมาจากประสบการณ์เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ในการวัดความรู้ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาของบุคคลนั้น วิธีที่เหมาะสมและใช้กันมากที่สุดคือการสอบและเครื่องมือที่สำหรับการสอบคือแบบสอบ อีกทั้ง อนันต์ธัชชัย คำหาญ, พิทักษ์ วงษ์ชาติ และถาดทอง ปานศุภวัชร (2562) กล่าวว่า สามารถตรวจสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดทั้ง 6 ด้าน คือด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ภพ เลหาไพบูลย์ (2552) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่ได้จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า อบรมการสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึกรับค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลลัพธ์ของนักเรียนจากการได้รับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ ไม่ว่าจะเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า อบรมการสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยผลงาน หรือที่เรียกว่าการวัดด้วยการปฏิบัติ และวัดจากความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาโดยใช้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกระบวนการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน โดยจะมีการวัดหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ในกระบวนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการวัดนั้นก็คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ไพศาล เสริมศรี (2557)กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ทักษะและสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ จุดประสงค์เพื่อเป็นการวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการเพื่อทราบว่ามีนักเรียนเรียนรู้อะไรมาแล้วเท่าใด

ภพ เลหาไพบูลย์ (2552) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียน ซึ่งเน้นการวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในด้านความรู้ ความคิดได้แก่พฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการนำความรู้ไปใช้

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างและแบบทดสอบมาตรฐาน พบว่ามีแบบทดสอบที่นิยมใช้มากที่สุด 6 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอัตนัย เป็นลักษณะที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้สึกและความคิดเห็น

2. ข้อสอบปรนัย ซึ่งเป็นลักษณะข้อสอบที่มีตัวเลือก โดยให้เลือกแบบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

3. แบบทดสอบเติมคำ เป็นลักษณะข้อสอบที่เป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ ให้ผู้ตอบเติมคำหรือข้อมูลให้ถูกต้องและสมบูรณ์

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แตกต่างกันคือจะเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ ลักษณะคำตอบที่ต้องการจะสั้น ๆ ได้ใจความ

5. ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าคู่ใดบ้างมีความสัมพันธ์กัน

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วย 2 ตอน คือตอนคำถามและตอนเลือก ข้อตัวเลือกจากคล้าย ๆ กัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักมากน้อยต่างกัน

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอนนั้นโดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

จากที่นักวิชาการหลายท่านได้ให้จำกัดความเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถสรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกระบวนการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนโดยจะมีการวัดหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง และการที่จะวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนได้นั้นจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งหลัก ๆ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีอยู่ 6 แบบด้วยกัน คือ แบบทดสอบแบบอัตนัย และแบบทดสอบแบบปรนัย โดยแบบทดสอบแบบปรนัย จะแบ่งออกเป็น 6 ประเภทด้วยกัน คือ 1) แบบทดสอบอัตนัย 2) ข้อสอบปรนัย 3) แบบทดสอบเติมคำ 4) ข้อสอบแบบ

ตอบสั้น ๆ 5) ข้อสอบแบบจับคู่ 6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ ทั้งนี้การที่จะทราบได้ว่าผู้สอนควรใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบใด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านนั้น ๆ

### 3. ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญเชิด ภิญาญอนันตพงษ์ (2537) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ เป็นขั้นที่พิจารณาถึงจุดประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้ รวมไปถึงการวางแผนสร้างแบบทดสอบว่าจะสร้างแบบทดสอบในลักษณะอย่างไร และเพื่อทราบจุดประสงค์การนำแบบทดสอบไปใช้เพื่อสาเหตุใด หรือทราบจุดประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้ถูกต้อง โดยหลักการแล้วการนำแบบทดสอบไปใช้จะสัมพันธ์อยู่กับการสอนของผู้สอน

ขั้นที่ 2 การเตรียมงานและเขียนข้อสอบ เป็นขั้นหลังจากการวางแผนการสร้างแบบทดสอบโดยการสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นที่เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นต้องเตรียมงานและเขียนข้อสอบต่อไป

ขั้นที่ 3 การทดลองสอบ เป็นขั้นตอนหลังจากการเขียนข้อสอบเสร็จสิ้นและพิมพ์เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำข้อสอบไปทดลองสอบ

ขั้นที่ 4 การประเมินผลแบบทดสอบ เป็นขั้นการประเมินผลแบบทดสอบ เป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพหรือไม่ โดยพิจารณาตามคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2545) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ

1. เป็นการศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

2. ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำเป็นต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบ เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบมีความชัดเจนว่าจะ นำข้อสอบไปวัดเพื่อจุดประสงค์อะไร

3. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรอาทิเช่น ขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้สาระการเรียนรู้และพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

## ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ

1. การสร้างข้อสอบ ผู้สร้างข้อสอบต้องลงมือสร้าง ตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรควรคำนึงถึงความยากของแบบทดสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ และการตรวจให้คะแนน

2. การตรวจทานข้อสอบ ผู้สร้างข้อสอบจำเป็นต้องทบทวนตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องครบถ้วน

## ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

1. ในขั้นนี้ผู้จัดทำขอขอบต้องนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านวัดผลการศึกษาจำนวนสลับไปห้าคนเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาและความเหมาะสมของข้อสอบ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์/เนื้อหา
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์/เนื้อหา
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์/เนื้อหา

นำแบบทดสอบไปหาค่าความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2. นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอบ (Try out) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองจริง จำนวน 30 คนขึ้นไป

3. นำผลการสอบหาค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อและคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริงเพื่อใช้กับกลุ่มเป้าหมายสมมติ ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

- เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์และชัดเจนในเนื้อหา
- เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือและมีความเป็นปรนัย
- ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัดไม่ควรถามเฉพาะความจำตามตำรา
- หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ
- อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรงให้รัดกุมและชัดเจน
- เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพจน์ ให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง
- ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ

8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดและปลายปิดให้เหมาะสม

9. เขียนตัวถูกและตัวผิดให้ถูกต้องตามหลักวิชา

จากขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการวัดและประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียน แบบวัดผลสัมฤทธิ์จำเป็นต้องมีคุณภาพ ด้วยเหตุนี้ผู้สอนต้องวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร รวมไปถึงกำหนดชนิดของข้อสอบ โดยหลัก ๆ จะมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ 3 ขั้นตอนด้วยกัน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนไปใช้ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้สอนสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียดลึกซึ้ง

#### 4. ขั้นตอนการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดความรู้เนื้อหาวิชาผู้ประเมิน ต้องมีการวางแผน การดำเนินการสร้างที่เป็นระบบ มีความรู้ในด้านเนื้อหาเขียนข้อคำถามที่ตรงประเด็น ตลอดจนสามารถ ตรวจสอบคุณภาพแต่ละข้อได้ ตามที่ อุทุมพร จามรมาน (2540) ได้กล่าวถึงการสร้างข้อสอบที่เป็นระบบนั้นมีขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. การระบุเนื้อหาให้ชัดเจน
3. การทำตารางเนื้อหาจับคู่จุดมุ่งหมายในการทดสอบ
4. การทำน้ำหนักร
5. การกำหนดเวลาสอบ
6. การเขียนข้อสอบ
7. การตรวจสอบข้อสอบที่เขียน
8. การทดลองใช้ แก้ไขและปรับปรุง

Bloom and Benjamin (1956) กล่าวว่า ลำดับขั้นตอนที่ใช้ในการเขียนถูกประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง
2. ความเข้าใจ หมายถึงความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้นเพื่อที่จะมองเห็นหรือเข้าใจความเชื่อมโยงต่าง ๆ

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อยๆ มาประกอบการเป็นสิ่งใหม่โดยการสังเคราะห์ที่เกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบทดลองและการตั้งสมมติฐาน

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ

ประวิตร ชูศิลป์ (2524) กล่าวถึง จุดประสงค์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิชาวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งสองลักษณะ และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล โดยได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับ เป็นเกณฑ์วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้านคือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมายและหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการศึกษาหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบจนเกิดความชำนาญ

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลนิยมสร้างด้วยยึดตามการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ บลูม (Benjamin S. Bloom) โดยจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 6 ประเภท 1) ความรู้ (Knowledge) 2) ความเข้าใจ (Comprehend) 3) การนำมาใช้ (Application) 4) การวิเคราะห์ (Analysis) 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) 6) การประเมินค่า (Evaluation)

ชวลิต ชูกำแหง (2553) กล่าวว่า การวัดผลเป็นการกำหนด ตัวเลขหรือปริมาณให้กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีกฎเกณฑ์โดยใช้เครื่องมือเช่นการใช้แบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถ

ทางสมองของนักเรียน การวัดผลอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนได้แก่ 1) จุดมุ่งหมายของการวัด 2) เครื่องมือที่ใช้วัด 3) การแปลผล

จากการสังเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญข้างต้นนี้ สามารถสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า เป็นขั้นตอนในการประเมินผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพในลักษณะต่าง ๆ เช่น แบบทดสอบการวัดด้านสติปัญญา, แบบทดสอบการวัดด้านทักษะ หรือแบบทดสอบการวัดเชิงพฤติกรรมของผู้เรียน โดยสามารถจำแนกจุดประสงค์ไว้ 6 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ 5) ด้านการสังเคราะห์ และ 6) ด้านการประเมิน ซึ่งจุดประสงค์หลักในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนได้รับเนื้อหาและความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กำหนดไว้อย่างครบถ้วน

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

### 1. ความหมายของเจตคติ

คำว่าเจตคติ (Attitude) มีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงสมมติ เป็นนามธรรมหรือมโนทัศน์ (Concept) ที่ใช้แทนกลุ่มของการกระทำหรือพฤติกรรมหลาย ๆ อย่าง ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่าเจตคติหมายถึงความรู้สึกของบุคคลซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าวได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่าหมายถึงความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ต่อบุคคลและสถานการณ์ต่าง ๆ

Thorndike (1970) ได้กล่าวว่าเจตคติเป็นลักษณะหนึ่งของบุคลิกภาพที่แสดงให้เห็นถึงความรู้สึกและความนึกคิดของเราในทางที่ชอบและไม่ชอบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2544) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่าหมายถึงความรู้สึก ความคิดเห็นหรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเห็นว่าความรู้สึกเป็นองค์ประกอบทางด้านอารมณ์ ความคิดเห็นเป็นองค์ประกอบทางด้านสติปัญญาและท่าทีเป็นองค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2549) ให้ความหมายของเจตคติว่าเป็นพฤติกรรมหรือความรู้สึกทางด้านจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่งในทางสังคม รวมทั้งเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้เกี่ยวกับประสบการณ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ได้กล่าวถึงเจตคติว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

อุทุมพน จามรมาน (2532) ได้กล่าวถึงเจตคติว่า เป็นสภาวะทางจิตและสมองที่พร้อมจะแสดงพฤติกรรมต่อวัตถุ เหตุการณ์ หรือการกระทำ ซึ่งสภาวะจิตและสมองนี้ได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ที่ผ่านมาให้แสดงอารมณ์มากหรือน้อย บวกหรือลบต่อวัตถุ เหตุการณ์ คำพูด

สุรางค์ โค้วตระกูล (2550) ได้กล่าวถึงเจตคติว่า เป็นอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งคน วัตถุสิ่งของ หรือความคิด (Ideas) เจตคติอาจมีได้ทั้งบวกหรือลบหากบุคคลมีเจตคติบวกต่อสิ่งใดจะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้นแต่ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยงโดยเจตคติเป็นความเชื่อของตนเองสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเกี่ยวกับเจตคติได้ว่า เจตคติเป็นเป็นสภาวะทางจิตและสมองที่พร้อมจะแสดงออกในลักษณะพฤติกรรมหรือความรู้สึก ซึ่งพฤติกรรมหรือความรู้สึกนั้นสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน โดยเจตคติสามารถแสดงออกได้ทั้งเจตคติด้านบวกและเจตคติด้านลบ หากบุคคลใดมีเจตคติด้านบวกจะส่งผลให้บุคคลนั้นกล้าที่จะเผชิญกับสิ่งนั้นหรือสถานการณ์นั้น ๆ แต่หากมีเจตคติลบบุคคลนั้นจะพยายามหลีกเลี่ยงจากสิ่งนั้นหรือสถานการณ์การนั้นเช่นกัน

## 2. ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่าเจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจึงควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Towards Science) โดยที่เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีการทำ

กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือมีลักษณะมีธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับ “อารมณ์” และโน้มเอียงไปในเชิง “ศิลปะ” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538)

Gardner (1975) กล่าวว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกความชอบไม่ชอบ ความนิยมของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เป็นท่าทีความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ทาง คือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธซึ่ง เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เชิงนิมาน เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะพึงพอใจต่อวิทยาศาสตร์

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ (2544) ได้กล่าวถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้สึกของแต่ละบุคคล ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมองและจากประสบการณ์ในการนำความรู้ความคิดถึงวิทยาศาสตร์ไปใช้ที่มีผลต่อการตอบสนองของบุคคล

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Towards Science) เป็นความรู้สึก ความชอบ ไม่ชอบ ความนิยม ของบุคคลหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่มีต่อวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยพฤติกรรมที่แสดงออกมา สามารถมีได้ทั้ง 2 ทาง คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธหรือพฤติกรรมทางลบ (Negative Attitude) และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิมานหรือพฤติกรรมทางบวก (Positive Attitude) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกทางพฤติกรรมที่พึงพอใจ ซึ่งแตกต่างกับ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) ที่มีลักษณะเกี่ยวกับนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ

### 3. องค์ประกอบของเจตคติ

พรวิไล ชมชิด (2557) กล่าวถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเด็น ได้แก่ 1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงอารมณ์ความรู้สึกโดยทั่วไปของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์และกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงคุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติ 3 กลุ่ม คือ 1. เชื่อว่าเจตคติมีองค์ประกอบเดียว คือ ความคิดหรือความเชื่อซึ่งพิจารณาจากเจตคติ 2. เชื่อว่าเจตคติมี 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญาและด้านความรู้สึก และ 3. เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญา ด้านพฤติกรรม เป็นแนวโน้มของการกระทำหรือแสดงพฤติกรรม เป็นแนวโน้มของการกระทำหรือแสดงพฤติกรรม

Triandis (1971) ได้อธิบายได้แบ่งองค์ประกอบเจตคติออกเป็น 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความคิดซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการคิดและจำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้า

2. องค์ประกอบทางด้านท่าทีความรู้สึก เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่คอยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดในทางที่ดีหรือไม่ดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกเปลี่ยนไปต่อสิ่งนั้น

3. ด้านพฤติกรรม เป็นความพร้อมที่จะแสดงออกหรือกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความคิดและความรู้สึกเพ่งออกมาในรูปแบบของการปฏิบัติ

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2549) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติออกเป็น 3 ด้านดังนี้

1. องค์ประกอบด้านปัญญา มีส่วนประกอบย่อยคือส่วนที่เป็นความรู้ ความเชื่อ ความคิด และความคิดเห็น

2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก หมายถึงความรู้สึกชอบ-ไม่ชอบที่บุคคลมีต่อที่หมายของเจตคติ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรมการปฏิบัติ หมายถึงแนวโน้ม หรือความพร้อมที่บุคคลจะปฏิบัติต่อที่หมายของเจตคติ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติออกเป็น 3 ประการคือ 1) องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจต่อสิ่งเร้า 2) องค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า 3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม เป็นองค์ประกอบทางด้านความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลประพฤติปฏิบัติ

จากความหมายของเจตคติดังกล่าวสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ด้านด้วยกัน 1) ด้านปัญญา เป็นความรู้ความเข้าใจและเป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจต่อสิ่งเร้า 2) ด้านความรู้สึก เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่คอยตามความคิด ความรู้สึกชอบ-ไม่ชอบ 3) ด้านพฤติกรรม เป็นองค์ประกอบทางด้านความพร้อมจะแสดงออกในลักษณะของกระทำ

#### 4. ลักษณะของเจตคติ

Nunnally (1959) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของเจตคติไว้ 3 ลักษณะดังนี้ 1) เจตคติ เป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือเกิดจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล 2) เจตคติเป็นสภาพของจิตใจที่มีอิทธิพลต่อความคิด และการกระทำของบุคคล 3) เจตคติเป็นสภาพของจิตใจที่มีแนวโน้มค่อนข้างถาวร โดยจำลอง เงินดี (2539) ได้แบ่งลักษณะของเจตคติไว้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. เจตคติสามารถเกิดกับทุก ๆ สิ่งได้ เช่น บุคคล วัตถุ กลุ่ม สถาบัน ต้องคิดและ ขบวนการทั่ว ๆ ไป
2. เจตคติ เป็นความรู้สึกที่แสดงออกโดยตรงต่อสิ่งเร้า
3. เจตคติ เป็นสิ่งที่คงทนถาวร แม้ว่าแก๊สปกติเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้เหมือนกับการเรียนรู้แต่เจตคติ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่ฝังลึกต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงเจตคตินั้น ๆ
4. เจตคติ เป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งที่เป็นแรงผลักดันก่อให้เกิดลักษณะนิสัยขึ้นได้ เช่น บุคคลมีความเลื่อมใสในศาสนา ย่อมมีความผูกพันเกี่ยวข้องกับในด้านนั้น
5. เจตคติ เป็นสิ่งที่ต้องเรียนรู้เนื่องจากเป็นปกติไม่ใช่แรงขับจากร่างกาย เช่น ความหิวเป็นทางขับทางร่างกาย การเลือกอาหารของแต่ละบุคคลเป็นพื้นฐานมาจากการเรียนรู้มันจึงถือว่าเป็นเจตคติ

ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร (2545) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ 5 ลักษณะ 1) เป็นสิ่งที่เรียนรู้ได้ 2) มีลักษณะที่คงทนอยู่นาน 3) มีลักษณะของการประเมินค่าอยู่ในตัว 4) ทำให้บุคคลที่เป็นเจ้าของพร้อมที่จะตอบสนองต่อที่หมายของเจตคติ 5) บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งของและบุคคลกับสถานการณ์

ภพ เลหาโทบูลย์ (2552) ได้กล่าวถึงลักษณะทางเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าต้องมีลักษณะดังนี้ 1) มีความอยากรู้อยากเห็น 2) ความเพียรพยายาม 3) ความมีเหตุผล 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความมีระเบียบรอบคอบ 6) ความใจกว้าง

อุบล บุญชู (2560) ได้นำหลักจิตวิทยาามาใช้ในการให้น้ำหนักของคะแนน โดยเน้นให้ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นทั้งทางบวก และทางลบของข้อคำถาม โดยการแบ่งการวัดเจตคติออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านกิจกรรมของวิชาวิทยาศาสตร์ และด้านคุณประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์

วันญา วิรัสสะ (2561) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้านด้วยไว้ดังนี้ ด้านที่ 1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์, ด้านที่ 2 ความนิยมชอบในวิทยาศาสตร์, ด้านที่ 3 ความรู้สึกต่อวิทยาศาสตร์ทั่วไป, ด้านที่ 4 การเห็นความสำคัญและ

ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 5 การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

เกษตร คงมั่น (2563) ได้แบ่งการวัดเจตคติออกเป็น 5 ด้านด้วยกัน โดยในแต่ละรายด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีการแบ่งได้ดังนี้

ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 2 ความรู้สึกที่ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ

ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเกี่ยวกับลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบเจอ โดยเจตคติเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนและซับซ้อน ซึ่งในงานวิจัยผู้วิจัยได้นำหลักการดังกล่าวเป็นต้นแบบในการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์, ด้านที่ 2 ความรู้สึกที่ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ, ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์, ด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์และด้านที่ 5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะของการวัดเป็นลักษณะของข้อคำถาม หรือข้อความต้องให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้สึกอย่างตรงไปตรงมา

## 5. การวัดเจตคติ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวถึงการวัดเจตคติว่าเป็นการทดสอบความรู้สึกตามสิ่งที่เราได้สัมผัส โดยวัดเป็นลักษณะของคำถาม ข้อความหรือภาพที่ต้องการให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา โดยแบบวัดที่เป็นมาตรฐาน (Standard Form) ใช้ตามแบบวัดของ ลิเคิร์ต (Likert) โดยเป็นมาตรฐานการวัดเจตคติซึ่งกำหนดค่าระดับเช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

Jager and Frochlich (1965) กล่าวว่า การวัดเจตคตินั้นทำได้ค่อนข้างยาก หากจะทำให้ถูกต้อง เนื่องจาก แต่ละบุคคลมีความแตกต่างที่ไม่เหมือนกัน เช่น อายุ เพศ สิ่งแวดล้อม สติปัญญา ประสบการณ์ ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล โดยที่การวัดเจตคติให้ได้ข้อเท็จจริงมี 4 ประการ 1) ใช้วิธีสังเกต โดยสังเกตดูความเป็นไปของแต่ละกลุ่ม 2) ดูจากการแสดงออกโดยพิจารณาเจตคติ ของแต่ละบุคคลที่แสดงออก 3) ดูการกระทำจัดกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคลแต่ละบุคคลที่แสดงออก 4) ใช้แบบสอบถามวัดเจตคติโดยตรง

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ (2540) กล่าวว่า การวัดเจตคติเป็นเรื่องละเอียดอ่อน และซับซ้อน ต้องอาศัยการตอบสนองออกมาเป็นถ้อยคำ หรือพฤติกรรมภายนอก การวัดเจตคติมีหลักเบื้องต้นที่ต้องทำความเข้าใจ 3 ประการคือ

1. เนื้อหา (Content) เนื้อหาหรือสิ่งเร้าเป็นสิ่งที่ต้องทำความเข้าใจเป็นอันดับแรกในการวัดเจตคติ

2. ทิศทาง (Direction) การวัดเจตคติทั่วไปจะกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องการเป็นลักษณะ ชาย-ขวา หรือ บวก-ลบ

3. ความเข้ม กิริยาท่าทีหรือความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเรานั้น แปรผันตามความรู้สึกของบุคคลนั้น (Intensity) หากมีความรู้สึกหรือกิริยาที่มากจะส่งผลให้มีท่าทางที่รุนแรงมากขึ้นตามไปด้วย

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึงวิธีวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 5 ชนิด ดังนี้

1. สังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไปเว้นวรรคเป็นการเฝ้าดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดหมายโดยข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดได้โดยตรง

2. วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตรฐานค่า

3. ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง

4. การสัมภาษณ์เป็นการพูดคุยอย่างมีจุดมุ่งหมาย โดยการวัดเจตคติวิธีนี้ต้องเตรียมข้อรายการที่จะถามไว้เป็นอย่างดี

อุบล บุญชู (2560) ได้มีการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยให้น้ำหนักของคะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยที่ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นได้ทั้งทางบวก (นิมาน) และทางลบ (นิเสศ) ในลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าดังนี้ เห็นด้วยอย่างยิ่ง, เห็นด้วย, ไม่แน่ใจ, ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

วรินทร์ วิรัสสะ (2561) ได้สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของการวัดเป็นลักษณะของข้อคำถามในระดับความคิดเห็นที่ให้ผู้ประเมินได้แสดงความคิดเห็น โดยแบบวัดมีทั้งความคิดเห็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง, เห็นด้วย, ไม่แน่ใจ, ไม่เห็นด้วย, ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เกษร คงมั่น (2563) ได้เลือกการวัดการวัดเจตคติโดยแปลผลเป็นตัวเลขตามมาตราส่วนประมาณค่า โดยเป็นลักษณะแบบปลายเปิดแบบเลือกตอบแบบมาตราส่วน 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การแปลคะแนนแบบวัด ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
4.51-5.00	มีเจตคติสูงมาก
3.51-4.50	มีเจตคติสูง
2.51-3.50	มีเจตคติปานกลาง
1.51-2.50	มีเจตคติต่ำ
1.00-1.50	มีเจตคติต่ำมาก

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นการทดสอบความรู้สึกตามของบุคคลหลังจากที่ได้รับประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นเรื่องละเอียดอ่อนและซับซ้อน ต้องอาศัยการตอบสนองออกมาเป็นถ้อยคำ หรือพฤติกรรมภายนอกมาประกอบกับการตัดสินใจ โดยลักษณะการวัดมีหลากหลายแบบด้วยกัน หนึ่งในวิธีคือเป็นลักษณะของข้อคำถามในระดับความคิดเห็นที่ให้ผู้ประเมินได้แสดงความคิดเห็น โดยในงานวิจัยผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดที่มีทั้งความคิดเห็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มีเจตคติ, มีเจตคติสูง, มีเจตคติปานกลาง, มีเจตคติต่ำ, มีเจตคติต่ำมาก

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิรภา กองมา (2559) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับ สื่อประสม เรื่องลมฟ้าอากาศ สาระการเรยัรณัฐวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub>) เท่ากับ 80.83/79.13 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ได้กำหนดไว้ โดยนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับสื่อประสมมีคะแนนประสิทธิภาพกระบวนการที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมทางานรายบุคคล ประเมินพฤติกรรมทางานกลุ่ม ประเมินการนำเสนอผลงาน ประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์และประเมินใบงานในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมทุกแผน มีคะแนนเฉลี่ย 320.10 คะแนนจากคะแนนเต็ม 396 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.83 ซึ่ง คะแนนส่วนใหญ่ได้จากการประเมินพฤติกรรมทางานทากิจกรรมเพราะนักเรียนมีความสนใจ

ชลิตา ทักษิณกานนท์ (2555) ได้ศึกษาการเพิ่มพูนความเข้าใจเรื่อง มวล แรง ปละการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 8.54 คะแนน และ 22.61 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าอย่างมรณัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ

หลังนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชา ฟิสิกส์พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 39.56 ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 27.43 ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 33.24 พิจารณาจากแต่ละด้านพบว่า นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดี โดยปัจจัยนั้นเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict–Observe–Explain (POE) เป็นกระตุ่นความสนใจของนักเรียนได้ดีกว่าการสอนแบบเดิม ๆ ที่เน้นการสอนทฤษฎี กฎ หลักการ และการคำนวณ

พิชิตพล เพ่งพิศ (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิด ของนักเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับชุดกิจกรรมการ สร้างตัวแทนความคิดจากลูกแก้วและวัดแนวคิดของนักเรียนด้วยแบบประเมินมาตรฐานเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ พบว่าพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ นัยสำคัญทาง สถิติระดับ 0.05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยทั้งชั้นเรียน  $\langle g \rangle = 0.57$  อยู่ในระดับปานกลาง

สลิลทิพย์ พรหมย่อง และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2556) จากผลการศึกษาตัวแทน ความคิด พบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ POE นักเรียนมีตัวแทนความคิด ที่ หลากหลาย และส่วนใหญ่ตัวแทนความคิดนี้ก็ไม่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของ นักวิทยาศาสตร์ในหัวข้อนั้น ๆ แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ POE แล้วซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ สร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานความรู้เดิม เมื่อทำการ ศึกษาตัวแทนความคิดหลังเรียน พบว่า นักเรียนมี ตัวแทนความคิด ที่แตกต่างกันน้อยลงและส่วนใหญ่มี ตัวแทนความคิดที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของ นักวิทยาศาสตร์ในหัวข้อนั้น ๆ

ชญาณิชฐ์ สุวรรณกาญจน์ และอัญชลี ทองเอม (2563) ผลการศึกษาความสามารถ การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบ Predict–Observe–Explain (POE) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการ เรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ มี คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 กลุ่มคิดเป็นร้อยละ 50 มี นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาการทำงานเป็นกลุ่มจะ เห็นได้ว่า กลุ่มที่มีคะแนนสูงคิดเป็นร้อยละ 85, 81 และ 80 จะมีคะแนน POE อยู่ในระดับดี คือ มีค่าเฉลี่ย 2.56, 2.44 และ 2.41 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่มีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 77, 75 และ 71 จะมีคะแนน POE อยู่ในระดับพอใช้ และอัตราของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิง วิทยาศาสตร์เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลงที่ถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น

ภารดี รัตนจามิตร, สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ และเสาวรส ยี่งวรรณะ (2563) การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต- อธิบาย (POE) ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือ ปฏิบัติจริงด้วยตนเอง เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม และความรู้ใหม่เข้าด้วยกันอย่าง สมดุลเกิดเป็น องค์ความรู้ใหม่ ตามแนวทางที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและพัฒนาขึ้น พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัย ทำการเฉลยแบบฝึกหัดท้ายแผน เพื่อให้ นักเรียนได้ แกะไขแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง ให้กลายเป็นแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากเพราะเมื่อนักเรียนมีแนวคิดที่ ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นตอนจะเป็นพื้นฐานให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ ใหม่ในเนื้อหา ถัดไปได้เร็วขึ้น และช่วยเพิ่มความ เข้าใจในเนื้อหาใหม่ที่เรียนได้มากยิ่งขึ้นด้วย

จรีพร นาคสัมฤทธิ์ (2562) ได้ศึกษางานวิจัยโดยวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการศึกษาสำหรับเด็กกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง 2) เสนอรูปแบบการจัดการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับเด็กกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง วิจัยเชิงปริมาณ และคุณภาพ ใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าความต้องการจำเป็น (PNI modified) และวิเคราะห์เนื้อหาผลการวิจัยพบว่า การจัดการศึกษามีค่าเฉลี่ยรวมของสภาพที่พึงประสงค์ ( $\bar{X}$  = 4.12) สูงกว่าค่าเฉลี่ยรวมของสภาพปัจจุบันทั้งหมด ( $\bar{X}$  = 3.72) สภาพที่พึงประสงค์ ได้แก่ จัดการศึกษาโดยเทียบโอน ประเมินผลมาตรฐานหลักสูตรเน้นทักษะอาชีพควบคู่หลักสูตรแกนกลาง จัดการศึกษาและประเมินผลยืดหยุ่นจัดทำ สื่อการสอน จัดการศึกษาแบบสาธิตทางเลือก สร้างนวัตกรรมพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และวิจัย การเรียนการสอน รูปแบบการจัดการศึกษาที่เหมาะสมแก่เด็กกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง คือ รูปแบบโรงเรียนสาธิต “สัมมาชีพ” จัดการศึกษา 3 ระบบ ใช้วิถีชีวิตของผู้เรียนและชุมชนเป็น ฐานเรียนรู้ ส่งเสริมนวัตกรรมจัดหลักสูตรสัมมาชีพที่เหมาะสมสำหรับเด็กกลุ่มชาติพันธุ์ เป็น ห้องปฏิบัติการฝึกอบรมครู ประเมินผลยืดหยุ่นเทียบโอนผลการเรียนรู้ พัฒนาจรรยาบรรณ วิชาชีพครู ส่งเสริมความสามัคคีในกลุ่มผู้เรียนที่หลากหลายจัดมาตรฐานการศึกษาแบบพิเศษ ใช้ภาษาชนเผ่า ใช้สื่อการสอนหลากหลาย ดึงศักยภาพของผู้เรียนกลุ่มชาติพันธุ์ให้พึ่งพาตนเอง ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

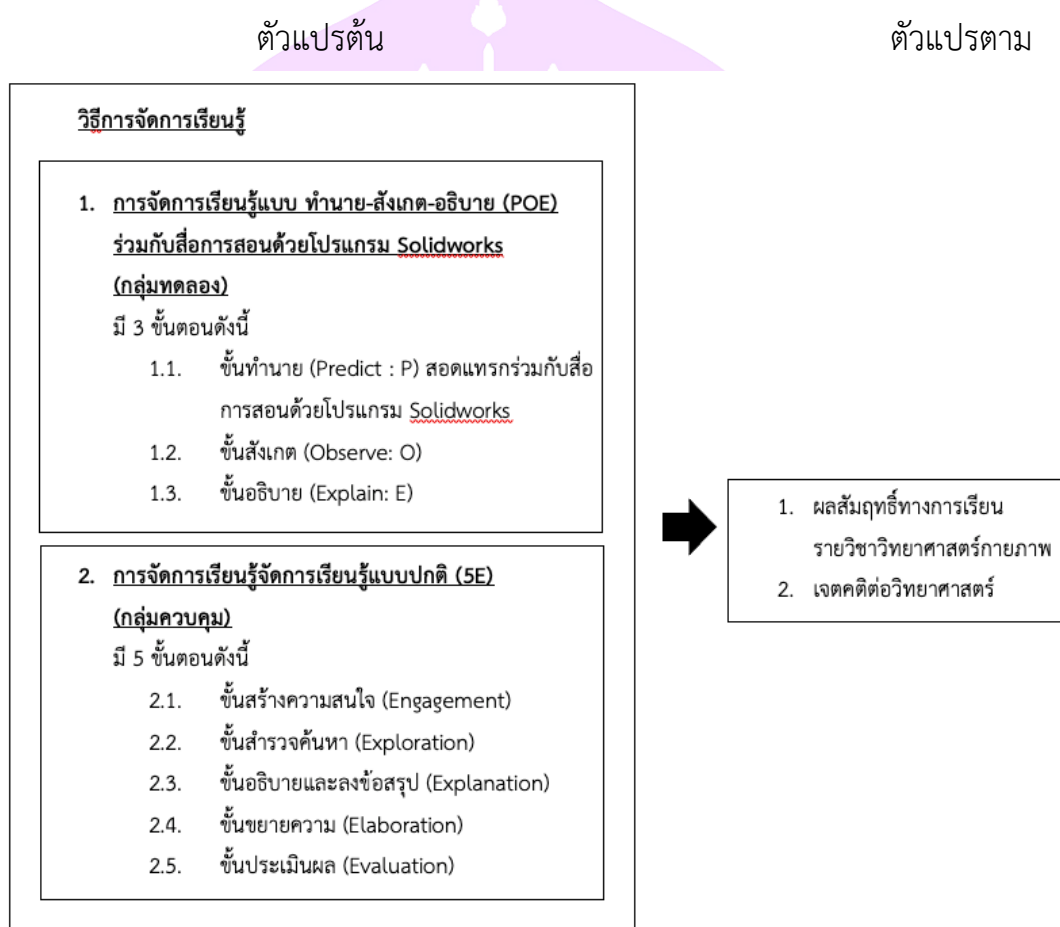
Yongyuan (2010) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการศึกษาพหุวัฒนธรรมใน โรงเรียนประถมศึกษาโดยศึกษาศาสนาการณาการจัดการศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาที่ นักเรียนมีความแตกต่างทางวัฒนธรรมสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กาญจนบุรีพบว่ารูปแบบการจัดการศึกษายังคงใช้แนวทางการจัดการศึกษาที่นำมาจาก ส่วนกลางโดยใช้เนื้อหาความรู้ที่กำหนดมาจากส่วนกลางมาใช้สอนนักเรียนเพื่อเตรียมให้

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงผู้บริหารและครูส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าหลักสูตรจาก ส่วนกลางไม่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนต่างเชื้อชาติวัฒนธรรมและส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าการศึกษาจะช่วยให้เด็กต่างเชื้อชาติวัฒนธรรมสามารถปรับตัวและอยู่ร่วมกับคนไทยได้เป็นอย่างดีและครูส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าไม่จำเป็นต้องนำเนื้อหาทางด้านเชื้อชาติภาษาศาสนาขนบธรรมเนียมประเพณีและวิถีชีวิตของนักเรียนต่างเชื้อชาติเข้ามาบูรณาการกับเนื้อหา ของไทยซึ่งจากการศึกษานี้ทำให้มีการจัดรูปแบบการจัดการศึกษาพหุวัฒนธรรมเพื่อแก้ปัญหา ที่เกิดจากสถานการณ์จริงที่ได้ค้นพบโดยการนำแนวคิดทฤษฎีการจัดการศึกษาพหุวัฒนธรรม ของ James A. Banks มาออกแบบการจัดการศึกษาและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน



### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยได้ ดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่ม สมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มจำนวนชั้น เท่ากัน โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกุล “วัดพระธาตุหริภุญชัย วรมหาวิหาร” ตำบลในเมือง อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน สำนักงานคณะกรรมการ ส่งเสริมการศึกษาเอกชน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาการดำเนินการดังนี้

#### รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบทดลองแท้ (True-Experimental Design) ที่มีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยมาจากการสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มีการวัดผล 2 ครั้ง คือก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งมีการใช้แบบสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่ม งานวิจัยนี้ใช้แบบแผนนี้มีความเที่ยงตรงภายในใกล้เคียงกับแบบแผนการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน (Pretest – Posttest Control Group Design) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 5 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม มีการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

กลุ่มประชากร	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
ER	T1	X1	T2
CR	T1	X2	T2

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เมื่อ	ER	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
	CR	หมายถึง	กลุ่มควบคุม
	T1	หมายถึง	ทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้ (Pre-test)
	X1	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับ สื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks
	X2	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)
	T2	หมายถึง	ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Post-test)

## กลุ่มประชากรตัวอย่าง

**ประชากรที่ศึกษา ได้แก่** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกกร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” ตำบลในเมือง อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 145 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ได้แก่** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกกร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” จังหวัด ลำพูน ปีการศึกษา 2566 ที่ได้มาจากการการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 145 คน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ทำการสุ่มนักเรียนจำนวนนักเรียน 70 จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 145 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย

2) ทำการสุ่มอย่างง่ายเพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน และทำการจับสลากเพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

**กลุ่มทดลอง คือ** นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks จำนวน 35 คน

**กลุ่มควบคุม คือ** นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) จำนวน 35 คน

## เครื่องมือในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการสุ่มแบบสมบูรณ์จำนวน 8 แผน 12 ชั่วโมง

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการสุ่มแบบสมบูรณ์จำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ

4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ

## การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปี 60) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหา การวัดการประเมินผล และศึกษาทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เพื่อใช้เป็นรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนเมธีวุฒิมิกร “วัดพระธาตุหริภุญชัย วรมหาวิหาร” อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษาโครงสร้าง, คำอธิบาย, มาตรฐานการเรียนรู้, ขอบข่ายด้านเนื้อหา และผลการเรียนรู้ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การกระจัด และระยะทาง	1. อธิบายการระบุตำแหน่งของวัตถุ 2. ระบุตำแหน่งของวัตถุได้	1
2. อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ	1. อธิบายอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุ 2. คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุ 3. ทดลองหาขนาดความเร็วเฉลี่ยและขนาดความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุ	1
3. อัตราเร่งและความเร่ง	1. อธิบายความเร่งเฉลี่ย ความเร่งขณะหนึ่งของวัตถุ 2. คำนวณความเร่งเฉลี่ย ความเร่งขณะหนึ่งของวัตถุ	1

## ตาราง 6 (ต่อ)

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4. การตกแบบเสรี	1. อธิบายการตกแบบเสรีได้ 2. ทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลกและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	1
5. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวระดับได้ 2. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	1
6. มุมของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 2. ทดลองคำนวณหาระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ ถูกต้อง	2
7. การจำลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 2. ทดลองคำนวณหาระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ถูกต้อง	2
8. การทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยจรวดขวดน้ำ	1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 2. ทดลองคำนวณหาระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ถูกต้อง	2

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ วิเคราะห์ได้จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ เวลา 10 ชั่วโมง

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาให้คำแนะนำความถูกต้องของเนื้อหาและความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลแล้วนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. สร้างแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของของลิเคิร์ต (Likert)

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้

6. ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็น ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ทำการประเมินแต่ละแผนการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมินคะแนน ดังนี้

ให้	5	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับดีมาก
ให้	4	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับดี
ให้	3	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ให้	2	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับควรปรับปรุง
ให้	1	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้ การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมที่มีต่อแผนการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของเบสท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

4.51- 5.00	ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.51- 4.50	ความเหมาะสมในระดับมาก
1.31- 3.50	ความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.51- 2.30	ความเหมาะสมในระดับน้อย
1.0- 1.50	ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

8) นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้เสนอแนะเพื่อให้ได้แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี และไปเทียบค่าเฉลี่ย เพื่อพิจารณาความเหมาะสม พบว่าแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.75 – 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 – 0.18

8. นำแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงไปจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกิจ “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” จังหวัดลำพูน โดยการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 35 คน

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปี 60) กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหา การวัดการประเมินผล และศึกษาทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เพื่อใช้เป็นรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนเมธีวุฒิมกร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษา โครงสร้างรายวิชา คำอธิบาย รายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ โครงสร้างของเวลา ขอบข่ายด้านเนื้อหา และผลการเรียนรู้ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แล้วทำการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัด การเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ดังตารางที่ 7

ตาราง 7 แสดงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การเคลื่อนที่แนวตรง	1. อธิบายการระบุตำแหน่งของวัตถุ 2. ระบุตำแหน่งของวัตถุได้	1
2. อัตราเร็วและความเร็ว	1. อธิบายอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุ 2. คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ย และความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุ 3. ทดลองหาขนาดความเร็วเฉลี่ยและขนาดความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุ	2

## ตาราง 7 (ต่อ)

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3. อัตราเร่งและความเร่ง	1. อธิบายความเร่งเฉลี่ย ความเร่งขณะหนึ่งของวัตถุ 2. คำนวณความเร่งเฉลี่ย ความเร่งขณะหนึ่งของวัตถุ	2
4. การเคลื่อนที่แนวตั้ง	1. อธิบายการตกแบบเสรีได้ 2. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการตกแบบเสรีได้	1
5. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และความเร่งที่เกี่ยวข้องได้ 2. สังเกตและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	2
6. เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยกิจกรรมโยนลูกเทนนิส	1. อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และความเร่งที่เกี่ยวข้องได้ 2. สังเกตและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	2
รวม		10

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้และ ผลการเรียนรู้วิเคราะห์ได้จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ เวลา 10 ชั่วโมง

3. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้

4. ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็น โดยใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ทำการประเมินแต่ละแผนการเรียนรู้โดยเกณฑ์การประเมินคะแนน ดังนี้

ให้	5	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับดีมาก
ให้	4	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับดี
ให้	3	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ให้	2	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับควรปรับปรุง
ให้	1	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

5. ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นจึงถือว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้ การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมที่มีต่อแผนการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของเบสท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

4.51 – 5.00 ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 ความเหมาะสมในระดับมาก

2.31 – 3.50 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.51 – 2.30 ความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 – 1.50 ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

6. นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้เสนอแนะเพื่อให้ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี และไปเทียบค่าเฉลี่ย เพื่อพิจารณาความเหมาะสม พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.75 – 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 – 0.18

7. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงไปจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกิจ “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” จังหวัดลำพูน โดยการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 35 คน

### **การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์**

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดและวิเคราะห์หลักสูตรของสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน หนังสือเรียน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แล้วกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด โดยยึดตามหลักสูตรและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

3. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็น 4 ด้าน 1) ด้านความรู้ 2) ความจำด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ และ 4) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 35 ข้อ (ตามตารางที่ 8)

4. นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาเพื่อปรับปรุงการแก้ไข โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยผลจากแบบประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าความเที่ยงตรงของแบบประเมินทั้ง 35 ข้ออยู่ระหว่าง 0.67–1.00 พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.98

5. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

6. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาความยากและค่าอำนาจจำแนกเพื่อคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้เก็บข้อมูลจำนวน 35 ข้อ โดยข้อสอบที่ใช้ได้มีจำนวนทั้งหมด 25 ข้อ แต่ละข้อมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23–0.77 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20–0.60 และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) อยู่ที่ 0.78

7. จัดพิมพ์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มทดลองและควบคุมคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิก “วัดพระธาตุหริภุญชัย” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 70 คน

### ตาราง 8 แสดงสาระสำคัญ 4 หัวข้อย่อยในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

หัวข้อเรื่อง	สาระสำคัญ	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
นิยามการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นโค้งพาราโบลา มีแรงโน้มถ่วงกระทำเพียงแรงเดียวตลอดการเคลื่อนที่ ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ	3
ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วย การเคลื่อนที่ 2 ในแนวตั้งและแนวนอนที่เป็นอิสระต่อกัน การเคลื่อนที่แนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกเพียงแรงเดียวหรือการตกแบบเสรีซึ่งมีความเร่งคงตัว $g$ ส่วนการเคลื่อนที่แนวระดับไม่มีแรงกระทำ จึงเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว	3
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวระดับ	การเคลื่อนที่ในแนวระดับนั้นเกิดเนื่องจากแรงส่งที่ใช้ในการยิงวัตถุออกมาครั้งเดียวตั้งนั้นแรงในแนวระดับ ภายหลังจากที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่แล้วจึงไม่มีส่งผลให้ การเคลื่อนที่ในแนวระดับนี้ไม่มีแรงและทำให้ความเร็วในแนวระดับมีค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนที่	3
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แนวตั้ง	ความเร็วในแนวตั้งนั้นจะมีค่าไม่คงที่เนื่องจากมีความเร่ง อันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ	3
การหาการกระจัดและทิศทาง	การกระจัด มี 2 แนว เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน และเป็นอิสระต่อกัน ได้แก่ การกระจัดในแนวราบ ( $S_x$ ) และ การกระจัดในแนวตั้ง ( $S_y$ )	4
การหาเวลาของวัตถุในแนวเส้นสัมผัส	การกระจัดในแนวระนาบ เกิดจากการเคลื่อนที่ภายใต้ความเร็วคงที่ ดังนั้นเมื่อคิดในช่วงเวลาที่เท่า ๆ กัน จะมีการกระจัดเท่ากันเสมอการกระจัดในแนวตั้ง เกิดจากการเคลื่อนที่ภายใต้ความเร่งคงที่ ดังนั้นเมื่อคิด ในช่วงเวลาที่เท่า ๆ กัน จะมีการกระจัดเปลี่ยนไป	4
รวม		20

### การสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบประเมินที่ประกอบด้วยประโยคบอกเล่าเกี่ยวกับความคิด ความรู้สึก ที่มีต่อวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับการสอนด้วย วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง เครื่องยนต์แบบโพรงเจกไทล์ และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีการของ ลิเคิร์ท และเอกสารเกี่ยวกับการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
3. สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึงความคิดเห็นมากที่สุด ความคิดเห็นมาก ความคิดเห็นปานกลาง ความคิดเห็นน้อย ความคิดเห็นน้อยสุดตามลำดับ ซึ่งในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 ด้านได้แก่ ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 ความรู้สึกที่วิทยาศาสตร์มีความสำคัญ ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 5 ความกล้าแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์ รวมจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ
4. นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93
5. นำแบบวัดเจตคติที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) จำนวน 30 ข้อ โดยพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติเท่ากับ 0.86
6. จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรงเจกไทล์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มทดลองและควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิก “วัดพระธาตุหริภุญชัย” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 70 คน

## วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

### 1. ขั้นตอนการวิเคราะห์และการวางแผน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเพื่อวิเคราะห์สังเคราะห์หลักการและแนวคิดที่ได้รวบรวมเป็นองค์ความรู้ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

### 2. ขั้นตอนการออกแบบ

ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบเรียนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมธีวุฒิกกร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) จากการศึกษาของงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเกณฑ์การวัดและประเมินผล ออกแบบการสอน และเขียนแผนการสอนกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่จัดการเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

### 3. ขั้นตอนการพัฒนา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการสุ่มแบบสมบรูณ์จำนวน 8 แผน 10 ชั่วโมง

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการสุ่มแบบสมบรูณ์จำนวน 6 แผน 10 ชั่วโมง

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ

3.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

### 4. ขั้นตอนการทดลอง

#### 4.1 ขั้นเตรียมการ

4.1.1 ผู้วิจัยขอหนังสือจากวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยาไปยังโรงเรียนเมธีวุฒิมกร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร” เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.2 ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับครูฝ่ายบริหารและครูหัวหน้าหมวดรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมสถานที่กำหนดวันและเวลาที่ใช้ในการทดลอง

4.1.3 เตรียมสถานที่ที่ใช้ในการทดลองในการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ณ โรงเรียนเมธีวุฒิมกร “วัดพระธาตุหริภุญชัยวรมหาวิหาร”

#### 4.2 ขั้นตอนการทดลอง

4.2.1 กลุ่มทดลอง (วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks) ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการและแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน ระยะเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที โดยได้ออกแบบไว้ดังนี้

1) ปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และแนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนห้องที่ 1 จำนวน 35 คน

2) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน (Pre-test) ก่อนได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks

3) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง การกระจัดและระยะทาง

4) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

5) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง ความเร่ง

6) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง การตกแบบเสรี

7) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

8) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง มุมของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

9) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง การจำลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

10) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง การทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยจรวดขวดน้ำ

11) หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ประเมินนักเรียนจากการทำแบบทดสอบความรู้หลังเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ

12) หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ให้นักเรียนทำแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

4.2.2 กลุ่มควบคุม (วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)) ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการ และแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน ระยะเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที โดยได้ออกแบบไว้ดังนี้

1) ปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และแนะนำกิจกรรมการเรียนของนักเรียนห้องที่ 2 จำนวน 35 คน

2) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน (Pre-test) ก่อนได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

3) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง การกระจัดและระยะทาง

4) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

5) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง ความเร่ง

6) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคลื่อนที่แนวตรง เรื่อง การตกแบบเสรี

7) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

8) ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

9) หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ประเมินนักเรียนจากการทำแบบทดสอบความรู้หลังเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ

10) หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

5. เก็บรวบรวมข้อมูลผลการทดสอบจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

#### 5.1 ชั้นการวิเคราะห์ผลได้สรุปผลการทดลอง

5.1.1 วิเคราะห์และสรุปผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

5.1.2 วิเคราะห์และสรุปผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

5.1.3 วิเคราะห์และสรุปผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC), ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยสูตรของ ครอนบาคอัลฟา, ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

#### 2. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติบรรยาย ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.2 สถิติอ้างอิงที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) คือ t-test (Independent Samples)

2.3 สถิติอ้างอิงที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks คือ t-test (Dependent Samples)

2.4 สถิติอ้างอิงที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) คือ t-test (Independent Samples)



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
t	แทน	แทนค่าสถิติใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบที่ (t-distribution)
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วย โปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

**ตอนที่ 1** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมีรายละเอียดดังตารางที่ 9 ดังนี้

**ตาราง 9** แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (N = 35คน)

คะแนน	N	$\bar{x}$	S.D.	t	df	P
Pre-test	35	8.74	2.18			
Post-test	35	13.06	2.48	10.18	34	0.00*

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 13.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.48 และมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.18

**ตอนที่ 2** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) มีรายละเอียดดังตารางที่ 10 ดังนี้

**ตาราง 10** แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	N	$\bar{x}$	S.D.	t	P
กลุ่มทดลอง (POE + Solidwork)	35	13.06	2.48	3.46	0.00*
กลุ่มควบคุม (5E)	35	11.11	2.21		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 13.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.48 และกลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 11.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.21 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ตอนที่ 3** ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) แสดงดังตาราง 11 ดังนี้

**ตาราง 11** แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์	N	$\bar{x}$	S.D.	t	df	P
กลุ่มทดลอง (POE + Solidwork)	35	3.78	0.36	1.984	59.75	0.03*
กลุ่มควบคุม (5E)	35	3.57	0.54			

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 11 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 และกลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 กล่าวได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 12 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรมSolidworks

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	3.75	0.44	ความคิดเห็นมาก
ด้านที่ 2 ความรู้สึกที่ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ	3.89	0.52	ความคิดเห็นมาก
ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์	3.71	0.41	ความคิดเห็นมาก
ด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์	3.75	0.56	ความคิดเห็นมาก
ด้านที่ 5 ความกล้าแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์	3.85	0.37	ความคิดเห็นมาก
เฉลี่ย	3.78	0.36	ความคิดเห็นมาก

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ทั้ง 5 ด้าน พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกตัวอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.78$ , S.D. = 0.36) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายด้านพบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ด้านที่ 2 ความรู้สึกที่ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ ( $\bar{X} = 3.89$ , S.D. = 0.52) รองลงมาคือด้านที่ 5 ความกล้าแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.85$ , S.D. = 0.37) และด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.75$ , S.D. = 0.44) ส่วนค่าเฉลี่ยรายด้านที่มีระดับน้อยที่สุดคือ ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.71$ , S.D. = 0.41)

ตาราง 13 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	3.34	0.62	ความคิดเห็นปานกลาง
ด้านที่ 2 ความรู้สึกต่อวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ	3.76	0.65	ความคิดเห็นมาก
ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์	3.52	0.61	ความคิดเห็นมาก
ด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์	3.61	0.80	ความคิดเห็นมาก
ด้านที่ 5 ความกล้าแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์	3.61	0.66	ความคิดเห็นมาก
เฉลี่ย	3.57	0.54	ความคิดเห็นมาก

จากตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ทั้ง 5 ด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.57$ , S.D. = 0.54) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายด้าน พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับมาก 2 อันดับแรก ได้แก่ ด้านที่ 2 ความรู้สึกต่อวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ ( $\bar{X} = 3.76$ , S.D. = 0.65) รองลงมาคือด้านที่ 5 ความกล้าแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.61$ , S.D. = 0.66) และด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.61$ , S.D. = 0.80) ส่วนค่าเฉลี่ยรายด้านที่มีระดับน้อยที่สุดคือด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.34$  S.D. = 0.62)

## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วย โปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียน ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

#### สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อ การสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ได้สรุป ตามลำดับ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องเรื่องเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ได้ อภิปรายผลการวิจัย ตามลำดับ ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 13.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.48 และมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.18 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์จากองค์ความรู้เดิม ในการคาดการณ์สถานการณ์และการทดลองต่าง ๆ สอดคล้องกับ ปวริศร์ วงศ์สุวรรณ และ ชัยรัตน์ โตศิลา (2564) พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ POE มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ รัตน์จาณี อรรถเพิ่ม (2556) ได้ศึกษาผลของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เสริมด้วยเทคนิค POE และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมด้วยเทคนิค POE มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนและไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมด้วยเทคนิค POE สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาหลักได้ โดยในระหว่างการสอนผู้วิจัยได้เสริมด้วยสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks โดยลักษณะของโปรแกรมเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบจำลองและวิเคราะห์ในเชิงวิศวกรรม โดยมีลักษณะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองในรูปแบบ 3 มิติทำให้นักเรียนสามารถเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อภิรมย์ ชูเมฆา และดลหทัย ชูเมฆา (2560) พบว่านักเรียนที่ได้การพัฒนาสื่อการสอนด้วยการนำโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเกิดจากสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks สามารถกระตุ้นความสนใจและความเข้าใจของผู้เรียนได้ จากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมาทำให้

สรุปได้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการท้าทายและเกิดการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนจะมีรูปแบบการดำเนินการเป็นขั้นชัดเจน ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) จะเน้นกระบวนการให้นักเรียนได้คิดและคาดการณ์จากสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการเรียนและทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ ในขั้นทำนาย (Predict) ส่วนในขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนลงมือสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นโดยละเอียดหรือทดลองกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และบันทึกผลจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และขั้นสุดท้ายเป็นขั้นที่แก้ไขข้อขัดแย้งหรืออธิบายปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างสิ่งที่ทำนายกับสิ่งที่สังเกตได้จากวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ (White and Gunstone, 1992) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) จึงเป็นการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นการท้าทายให้นักเรียนเกิดการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนและเป็นวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนได้อยู่ในเหตุการณ์อย่างแท้จริง (Haysom, 2010) โดยในขั้นทำนาย (P) เป็นขั้นสำคัญเนื่องจากสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยก่อนเรียนครูผู้สอนจะพยายามให้นักเรียนได้ใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนในการทำนายถึงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นก่อนลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นวิธีที่สำคัญเนื่องจากจะฝึกให้นักเรียนได้นำความรู้หรือสิ่งที่คาดการณ์มาถกเถียงก่อนได้รับการสอนและทดลองจากสถานการณ์จริง สอดคล้องกับ ชนาธิป พรกุล (2554) ที่กล่าวว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต- อธิบาย (POE) ที่ชัดเจน และเหมาะสมกับการพัฒนา แนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย ในขั้นทำนาย (P) เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในขั้นนี้เป็นการจัดการเรียนรู้และเป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยใช้การตั้งคำถามสถานการณ์ หรือทรัพยากรต่าง ๆ ที่นำต้นตอผนวกกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ที่เป็นลักษณะโปรแกรมที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการ

ออกแบบระบบที่เอาไว้สำหรับวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ในเชิงวิศวกรรมโดยมีลักษณะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองในรูปแบบ 3 มิติ (ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, 2548) อีกทั้งโปรแกรม Solidworks ยังเป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์เสมือนจริง ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาเป็นสื่อการสอนโต้ตอบเสมือนจริงและสามารถผนวกกับรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ เนื่องจากทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของการเคลื่อนที่แนววิถีโค้งในแต่ละกรณีได้อย่างชัดเจน และพิจารณาความแตกต่าง รวมไปถึงเปรียบเทียบตัวแปรในการเคลื่อนที่ในแต่ละข้อนี้ได้ (ชาญวิทย์ คำเจริญ และดารกา พลัง, 2562) ไม่เพียงเท่านั้นโปรแกรม Solidworks ยังสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างหลากหลาย อาทิเช่น ทำให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้อย่างชัดเจน รวมไปถึงจำลองสถานการณ์ในบางกรณีที่นักเรียนไม่สามารถทดลองได้จริง เช่นการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ในสถานการณ์ต่าง ๆ อีกทั้งยังสามารถคำนวณความเร็วของวัตถุ รวมไปถึงมุมต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ และไม่เพียงแต่ภาคทฤษฎีเพียงอย่างเดียว โปรแกรม Solidworks ยังสามารถกระตุ้นความสนใจและความเข้าใจของนักเรียนในขณะที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ สอดคล้องกับ เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2558) ที่ระบุว่า เทคโนโลยีสารสนเทศสามารถใช้ในการเรียนการสอนส่งผลทำให้นักเรียนมีแรงกระตุ้นในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและความรู้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ครูสามารถเข้าถึงรูปภาพวิดีโอเพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียนที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งแตกต่างกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) ที่เป็นการเน้นเฉพาะในเนื้อหาที่ต้องใช้ ความรู้ ความเข้าใจ ความเข้าใจ เนื้อหา เชิงทฤษฎี (พงศกร ลอยส่อง, เยาวเรศ ใจเย็น และปวีติศา จรดล, 2564) สอดคล้องกับ สุภาพร แหลมแก้ว, เนติ เฉลยวาเรศ และศรินทิพย์ ภู่อาลี (2557) พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E น้อยกว่าเทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เนื่องจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skill) เป็นความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ การคิดลักษณะนี้เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skill) ซึ่งเป็นการทำงานของสมองและไม่ใช้ทักษะที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการต่าง ๆ จากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมา ทำให้สรุปได้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นได้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ระดมสมองก่อนเรียนหรือ

ปฏิบัติจริงผนวกกับเทคโนโลยีโดยใช้โปรแกรมในการจำลองสถานการณ์สามารถสร้างองค์ความรู้และเป็นวิธีที่สามารถจูงใจให้นักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างมาก

3. ผลของการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) โดยอยู่ในระดับพอใจมากมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 3.78$  , S.D. = 0.36 และ  $\bar{X} = 3.57$ , S.D. = 0.54 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 3 แสดงให้เห็นว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks สามารถพัฒนาเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยการผนวกระหว่างรูปแบบของกระบวนการจัดการเรียนรู้และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ซึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการใช้ความรู้เดิมในการทำนายและคาดการณ์ก่อนที่ได้รับการเรียนการสอนและการทดลองจริงผนวกกับในระหว่างการจัดการเรียนการสอนมีการใช้เทคโนโลยี Solidworks เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นภาพในระหว่างการเรียนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสอนนักเรียนสามารถเข้าใจและอธิบายในสิ่งที่ผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทดลองและอธิบายผลในลำดับต่อมาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เป็นรูปแบบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนทำนายเหตุการณ์ก่อน และทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของนักเรียน เป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง แล้วให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น พร้อมจดบันทึก เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการอธิบายผลจากสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากที่ทำนายไว้อย่างไร สอดคล้องกับ White and Gunstone (1992) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบ Predict- Observe-Explain (POE) ว่าสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และได้ลงมือปฏิบัติเองรวมไปถึงอภิปรายผล เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและส่งผลเชิงบวกในด้านการเรียน อีกทั้งการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งประกอบได้ด้วย ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก จะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาบทเรียน (ยลดา กุมารสิทธิ์ และอัจฉริย์ พิมพิมูล, 2560) และเทคโนโลยีสามารถสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนมุมมองและข้อคิดเห็นตามข้อสงสัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเรียนรู้ก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันระหว่างผู้เรียน (ธนาสินทร์ อินทวิเศษ และธนวัฒน์ พูลเขตนคร, 2562)

สอดคล้องกับ สุรางค์ โค้วตระกูล (2550) ได้กล่าวถึงเจตคติว่า เป็นอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งคน วัตถุจากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมา ทำให้สรุปได้ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่รวมระหว่างกระบวนการคิดของนักเรียน และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันสามารถพัฒนาเจตคติและเป็นวิธีที่สามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างมาก ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks จึงเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนมีเจตคติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. จากผลการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นครูหรือผู้ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้นำไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ การจัดเตรียมสถานที่ สื่อ และแหล่งเรียนรู้อย่างเพียงพอหลากหลาย เพื่อให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน และมีความสะดวกต่อการเรียนรู้เพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่และเอื้อต่อการเรียนรู้กับผู้เรียน จัดการวางแผนและกำหนดเวลาการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา แต่ละขั้นตอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

#### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ในบูรณาการรวมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่น ๆ หรือในรายวิชาที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทียบกับรูปแบบอื่นและเพื่อศึกษาความเหมาะสมกับผู้เรียนต่อไป

2. ควรนำไปศึกษาตัวแปรด้านอื่นเพิ่มเติม เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือทักษะทางวิทยาศาสตร์เป็นต้น เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านอื่น ๆ ต่อไป

3. ควรนำไปศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือหน่วยการเรียนรู้และระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้อื่นและเพื่อศึกษาดูความเหมาะสมกับผู้เรียนระดับผู้เรียน



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: **คุรุสภา**.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: **โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว**.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: **โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว**.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **Core Curriculum for Basic Education, B.E. 2551. (3th ed.)**. Bangkok: **The Agricultural Cooperative Federation of Thailand**.
- เกรียงไกร แซมสีม่วง. (2564). **พื้นฐานการเรียนรู้ และการใช้งาน ซอฟต์แวร์ SolidWorks Simulation**. **บทความวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี** (ม.ป.ป.), 1–16.
- เกษตร ดงมัน. (2563). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เพื่อส่งเสริมความจำระยะยาว เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. **วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม**.
- จรีพร นาคสัมฤทธิ์. (2562). **รูปแบบการจัดการศึกษา “โรงเรียนสามอาชีพ” สำหรับเด็กกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แม่แจ่ม เชียงใหม่**. **วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**, 47(2), 1–17.
- จรรยาพงษ์ ชลสินธุ์, สิริินภา กิจเกื้อกูล และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์. (2559). **การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ**. **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 20(2), 32–46.
- จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร, วัชระ สุขเรืองกุล และนพพรวิษฐ์ วสันต์บั้งมี. (2561). **การวิเคราะห์การหัตถ์ของผลิตภัณฑ์ชิ้นงานฉีดขึ้นรูปพลาสติกกรีโซเคลด้วยการจำลอง แบบและวิธีการทากุชิ**. **วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, 12(2), 123–134.
- จิรภา กองมา. (2559). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ร่วมกับสื่อประสมเรื่องลม**

- ฟ้าอากาศกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- จิราภรณ์ ปุณยวัจนพรกุล และวิไลพร ลักษณ์วิภาณิชย์. (2562). การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูง กรณีศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**, 30(1), 71-84.
- ชฎานิชัฐ สุวรรณกาญจน์ และอัญชลี ทองเอน. (2563). **การพัฒนาความสามารถเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพมหานคร.
- ชฎานิชัฐ สุวรรณกาญจน์ และอัญชลี ทองเอน. (2563). **ผลการศึกษาความสามารถการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพมหานคร.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). **การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชลิตา ทักษิณกานนท์. (2555). **การเพิ่มพูนความเข้าใจเรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Ex[plain (POE).** วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). **การวิจัยหลักสูตรและการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2).** มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชาญวิทย์ คำเจริญ และดารกา พลัง. (2562). การใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง: การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 18(3), 13-24.
- โชติกา ภาษีผล. (2559). **การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 1).** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐฐา ศิวมา. (2564). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบูรณาการเทคโนโลยีเกมคอมพิวเตอร์. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, (ฉบับพิเศษครบรอบ 15 ปี), 1-15.**
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2537). **ฟิลิกส์เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 4).** กรุงเทพฯ: ทพวงมหาวิทยาลัย.

- ทีศนา แคมมณี. (2545). **กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน**.  
กรุงเทพฯ: นิชนแอตเวอร์ไทซิงกรุ๊ป
- ชานินทร์ อินทรวิเศษ, ธนวัฒน์ พูลเขตนคร, ธนวัฒน์ เจริญษา, Augustine Agbi และภาสกร  
เรืองรอง. (2562). เทคโนโลยีและนวัตกรรมกับการจัดการเรียนการสอนในยุคดิจิทัล.  
**วารสาร Veridian E-Journal Silpakorn University สาขามนุษยศาสตร์  
สังคมศาสตร์ และศิลปะ**, 12(6), 478-494.
- ธีรวิภา เอกะกุล. (2549). **การวัดเจตคติ**. อุบลราชธานี: วิทยาลัยออบเซอเวอเรียล.
- นวลจิตต์ ชาวศิริพิงศ์. (2551). “การสอนเพื่อพัฒนาการคิด”. ใน **ประมวลสาระชุดวิชา  
วิทยาการจัดการเรียนรู้**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, หน่วยที่ 10, 10-73.
- นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism.  
**วารสาร สสวท**, 96, 11-15.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวี  
ริยาสาน.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). **การวิจัยเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาน.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2537). **การทดสอบแบบอิงเกณฑ์แนวและวิธีการ**. กรุงเทพฯ: โอ  
เดียนสโตร์.
- บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ. (2540). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคม**. กรุงเทพฯ:  
ทำปกเจริญผล.
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. (2545). **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน ประมวลสาระชุดวิชา การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมิน  
การศึกษา หน่วยที่ 5**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). **หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์  
กรมการฝึกหัดครู.
- ปราโมทย์ เดชะอำไพ และสุทธิศักดิ์ พงศ์ธนาพานิช. (2548). **ไฟไนต์เอลิเมนต์อย่างง่ายพร้อม  
ซอฟต์แวร์** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2551). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ.
- ปวีร์ วงศ์สุวรรณ และชัยรัตน์ โตศิลา. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้กลวิธี  
ทำนาย สังเกต อธิบายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความใฝ่รู้ของนักเรียนระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลาย. **วารสารวามัญของแหกรพุทธศาสตร์ปริทรรศน์**, 8(2),

33-48.

- ปัทวรรณ ประทุมดี และกันยารัตน์ สอนสุภาพ. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ห้องเรียน กลับด้านร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เรื่องการเคลื่อนที่ 2 มิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พงศกร ลอยล่อง, เยาวเรศ ใจเย็น และปวีศา จรดล. (2564). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL). **วารสารวิจัยรำไพพรรณี**, 15(2), 109-117
- พนิดา ตันศิริ. (2553). โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality). **วารสารนักบริหารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ**, 30(2), 169-175. .
- พรรวิไล ชมชิด. (2557). **พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์**. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ์. (2564). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชา : คอมพิวเตอร์ช่วยงานเขียนแบบ เรื่อง การใช้คำสั่งในการสร้างภาพ 3 มิติในโปรแกรมเซลิติเวิร์ค. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 20(3), 101-110.
- พิชชุดา นวมยงบุญ. (2561). การพัฒนาหนังสือคำศัพท์กิริยา 3 ช่อง ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality : AR) เรื่อง The Magic AR Book “irregular verbs” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมนรดิศวิทยาคม รัชมังคลาภิเษก. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช**, 8(1), 1273-1286.
- พิชิตพล เฟ่งพิศ. (2559). การจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบเลโก้เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- ไพศาล เสริมศรี. (2557). ผลการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบ 5E เสริมด้วยเทคนิคเปรียบเทียบเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.,

มหาวิทยาลัยบูรพา, กรุงเทพฯ.

ไพศาล หวังพานิช. (2533). **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา และ  
จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภพ เลหาไพบูลย์. (2552). **แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ไทย  
วัฒนาพานิช.

ภัสสร สอนพิมพ์พ้อ. (2557). **การพัฒนาโนมดิ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย**.  
วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

ภารดี รัตนจามิตร, สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ และเสาวรส ยิ่งวรรณ. (2563). การพัฒนาแนวคิด  
วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการ  
จัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE): ทฤษฎีจากการปฏิบัติการในชั้นเรียน.  
**วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**, 32(2), 53-  
70.

มยุรี จักรสิทธิ์, เกริก คักดีสุภาพ, สุนันทา มนัสมงคล และพงษ์แก้วอุดมสมุทรศิริญ. (2563). การ  
พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ชุดกิจกรรม  
การเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่โพรเจกไทล์กรณีวัตถุหมุนและไม่หมุน. **Sci. & Tech.**  
**RMUTT J**, 10(1), 227-237.

ยลดา กุมารสิทธิ์ และอัจฉรีย์ พิมพ์มูล. (2560). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง  
เทคโนโลยีสารสนเทศวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**,  
12(1), 129-136.

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ. (2544). **สอนวิทยาศาสตร์แบบมีอาชีพ**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิ  
สคสรีสุภษดี.

รัตน์จาณี อธิญเพิ่ม. (2556). **ผลของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เสริมด้วยเทคนิค POE และ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และ  
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์  
ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี.

รินขวัญ แก้วอุ้นเรือน. (2562). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาไทยจากสื่อสิ่งพิมพ์  
โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ CIRC และเทคนิคการสอนแบบ SQ4R ที่ส่งผลต่อการ**

- อ่านจับใจความ การคิดวิเคราะห์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร. ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักขณา สรวิวัฒน์. (2544). **จิตวิทยาในชีวิตประจำวัน**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรรณญา วิรัชสะ. (2561). **การศึกษาความสัมพันธ์ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสิงห์บุรี สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5.** วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, ลพบุรี.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศรีนภา ภาคภูมิ. (2554). **การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธี Predict–Observe–Explain (POE).** *วารสารศึกษาศาสตร์ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 4(5), 78–85.
- ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. (2545). **จิตวิทยาสังคม: ทฤษฎีและปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศิริสิทธิ์ แก้วม่วง และชนินทร์ ตรงจิตภักดี. (2565). **การศึกษาและปรับปรุงระบบระบายอากาศในห้องพ่นทราย**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี. (2548). **Solid Works กับการเขียนงานโครงสร้างเหล็ก. บทความเทคนิค เครื่องกล-ไฟฟ้า-อุตสาหกรรม**, 21(250), 103–108.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2561.** สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566, เข้าถึงได้จาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). **ระบบประกาศผลสอบ O-NET.** สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566, เข้าถึงได้จาก <https://www.niets.or.th/th/>.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). **ระบบประกาศผลสอบ O-NET.** สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566, เข้าถึงได้จาก <https://www.niets.or.th/th/>.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). **ระบบประกาศผลสอบ O-NET.** สืบค้นเมื่อ 12

- มกราคม 2566, เข้าถึงได้จาก <https://www.niets.or.th/th/>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). **การวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **การพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). **คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (พิมพ์ครั้งที่ 1)**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). **การวัดผลการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์, พะนอ กาญจนะ และถวัลย์ มาศจรัส. (2549). **เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สลิลทิพย์ พรหมย่อง และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ. (2556). ตัวแทนความคิดเรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี Predict–Observe–Explain. **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 36(2), 152–161.
- สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2554). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Predict–Observe–Explain (POE)**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). **แนวทางการพัฒนาและ ประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพฯ: พรึกหวานกราฟิก.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **แผนพัฒนาการศึกษาของสำนักงานปลัดกระทรวง ศึกษาธิการ**. 12(ม.ป.ป).
- สุทธิสันต์ ลำพงษ์เหนือ. (2547). **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโป่งแดง**

**อำเภอพาร จังหวัดเชียงราย.** วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย,  
เชียงราย.

สุภาพร แหลมแก้ว, เนติ เฉลยวาเรศ และศรีนทิพย์ ภู่อำลี. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต  
อธิบาย กับวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E. **วารสารศึกษาศาสตร์**

**มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 16(3), 190-199.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2550). **จิตวิทยาการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อทิตา ดวงดีทิพย์. (2558). **การพัฒนาสื่อการสอนคลื่นเสียงบนฐานของ แนวทางการเรียนรู้  
เชิงรุก.** วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อนันต์ธัชย์ คำหาญ, พิทักษ์ วงษ์ชาติ และถาดทอง ปานศุภวัชร. (2562). การพัฒนาทักษะการ  
คิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วัสดุ  
รอบตัว โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิคผังกราฟิก. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏ  
ร้อยเอ็ด**, 13(3), 128-138.

อนุชา แป้นจันทร์, ธิตติยา บงกชเพชร และศิริราณี ขาล้าเลิศ. (2559). การพัฒนากิจกรรมการ  
เรียนรู้อย่างมีบริบทเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพื่อพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์  
และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4. **การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต  
กำแพงแสน**, ครั้งที่ 9, 1517 -1524.

อภิรมย์ ชูเมฆา และดลหทัย ชูเมฆา. (2560). คุณสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนวิชา  
ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลด้วยการใช้สื่อการสอนด้วยโปรแกรม SolidWorks. **บทความวิจัย  
SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY**, 3(2), 1-9.

อุทุมพร จามรมาน. (2532). **การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน.** กรุงเทพฯ: พัน  
นี้พับบลิชชิง.

อุทุมพร จามรมาน. (2540). **ข้อสอบ : การสร้างและการพัฒนา.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พันธ์.

อุบล บุญชู. (2560). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
เซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4ที่ได้รับกาจัดกิจกรรมการ  
เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

กรุงเทพมหานคร.

เอกภูมิ จันทระขันตี. (2558). การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ของนิสิตครู  
วิทยาศาสตร์ในการสอนวิทยาศาสตร์. **วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร**, 34(2), 131-  
145.

Anne Prescott and Michael Mitchelmore. (2004). Student Misconceptions about Projectile  
Motion. **Conference of the International Group for the Psychology of  
Mathematics Education**, 4, 97-104.

Bloom and Benjamin. (1956). **Taxonomy of educational objectives, handbook I: The  
cognitive domain** (1nd ed). New York: David McKay Co Inc.

Gardner, P. W. (1975). Attitude to science: A review. **Studied in Science Education**, 2, 1-  
41

Haysom, J., & Bowen, M. (2010). **Predict- Observe- Explain Activities  
Enhancing Scientific Understanding**. America: The National Science Teachers  
Association.

Jager and Frochlich. (1965). A concept pf teaching undergraduate adults in Freshma and  
Sophomore English. **Dissertation abstracts international**, 35(9), 6101-A.

Lowenthal, P. and Muth, R. (2008). **Constructivism**. In E. F. Provenzo, Jr. (Ed.),  
**Encyclopedia of the social and cultural foundations of education**. Thousand  
Oaks, CA: Sage.

Nunnally, J. C. J. (1959). **Test and Measurement**. New York: McGraw-Hill.

Suvarna, Sandhya, Chanakya,. (2015). Augmented Reality in Enchancing Qualitative  
Education. **International Journal of Computer Application**, 132(14), p.41-45.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2003). **Organizing  
science subjects in science department** (1nd ed). Bangkok: The Institute for the  
Promotion of Teaching Science and Technology.

Thorndike, L. (1970). **Education Measurement**. Washington D.C.: American Council in  
Education.

Triandis, H. C. (1971). **Attitude and Change**. New York: Wiley.

White and Gunstone. (1992). **Probing Understanding**. London: Falmer Press.

Yongyuan, B., Tanasettakorn, P., and Chumchua, V. (2010). **A development of multicultural education model in elementary school**. Bangkok: National Institute for Child and Family Development, Mahidol University.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก ขอความอนุเคราะห์และรายชื่อแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความ  
เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการ  
สอนด้วยโปรแกรม Solidworks และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) แบบวัด  
ผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

1. ดร. ณัฐชาติ วิสิทธิ์พานิช อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมศาสตร์และ  
วิศวกรรมวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
2. ดร. วสันต์ สรรพสุข อาจารย์ประจำสาขาหลักสูตรและการสอน  
คณะวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
3. ดร. นริศรา เลือกล้าย อาจารย์ประจำสาขาสาขาวิชาวัดและ  
ประเมินผลการศึกษา คณะวิทยาลัยการศึกษา  
มหาวิทยาลัยพะเยา
4. นางสาวชลดา ท้าวอุ่นเรือน ครูหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี โรงเรียนเมธีวุฒิมิตร "วัดพระ  
ธาตุหริภุญชัย" จังหวัดลำพูน
5. นางสาวทิพวรรณ เทพวงศ์ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์  
กายภาพโรงเรียนเมธีวุฒิมิตร "วัดพระธาตุหริ  
ภุญชัย" จังหวัดลำพูน

## ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 แผน 12 ชั่วโมง
4. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง
5. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ
7. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
8. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ

**1. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์**

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

**คำชี้แจง**

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ฉบับใช้ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้ประเมิน 6 เรื่อง คือ สารระการการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา/สาระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

โปรดพิจารณาความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละด้านว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "ระดับความคิดเห็น" ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- ให้ 5 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก
- ให้ 4 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับดี
- ให้ 3 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง
- ให้ 2 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับควรปรับปรุง
- ให้ 1 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					หมายเหตุ
	5 (ดีมาก)	4 (ดี)	3 (ปานกลาง)	2 (ปรับปรุง)	1 (ไม่ผ่านเกณฑ์)	
<b>1. สารการเรียนรู้</b>						
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตร สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
2.1 สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้ที่คาดหวัง						
2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ (K) ทักษะ (P) จิตพิสัย (A)						
2.3 เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน						
<b>3. เนื้อหา/สาระสำคัญ</b>						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					หมายเหตุ
	5 (ดีมาก)	4 (ดี)	3 (ปานกลาง)	2 (ปรับปรุง)	1 (ไม่ผ่านเกณฑ์)	
3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.2 ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้						
3.3 มีความชัดเจน ความ ถูกต้องของเนื้อหา						
3.4 เรียงลำดับความยาก ง่าย						
3.5 เหมาะสมกับสัดส่วนใน ชั้นเรียน						
<b>4. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>						
4.1 เป็นลำดับขั้นตอนตาม กระบวนการ						
4.2 เหมาะสมกับแบบ ทางการเรียน แบบปฏิสัมพันธ์ ทางการเรียนระหว่างผู้เรียน กับเนื้อหา						
4.3 สนับสนุนผู้เรียนได้ ปฏิบัติจริง						
4.4 ใช้เทคนิควิธีการที่ เหมาะสมกับเนื้อหา						
<b>5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนการสอน						
5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเอง						
5.3 มีความทันสมัย เป็น ปัจจุบัน						
<b>6. การวัดผลและประเมินผล</b>						
6.1 ครอบคลุมทุก จุดประสงค์การเรียนรู้						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					หมายเหตุ
	5 (ดีมาก)	4 (ดี)	3 (ปานกลาง)	2 (ปรับปรุง)	1 (ไม่ผ่านเกณฑ์)	
6.2 สอดคล้องกับ กระบวนการกิจกรรมการเรียน การสอน						

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



## 2. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

### คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ฉบับใช้ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้ประเมิน 6 เรื่อง คือ สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา/สาระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

โปรดพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละด้านว่าคุณภาพมากน้อยเพียงใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "ระดับความคิดเห็น" ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้	5	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก
ให้	4	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับดี
ให้	3	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง
ให้	2	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ระดับควรปรับปรุง
ให้	1	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					หมายเหตุ
	5 (ดีมาก)	4 (ดี)	3 (ปานกลาง)	2 (ปรับปรุง)	1 (ไม่ผ่านเกณฑ์)	
<b>1. สารการเรียนรู้</b>						
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตร สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
2.1 สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้ที่คาดหวัง						
2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ (K) ทักษะ (P) จิตพิสัย (A)						
2.3 เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน						
<b>3. เนื้อหา/สาระสำคัญ</b>						
3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					หมายเหตุ
	5 (ดีมาก)	4 (ดี)	3 (ปานกลาง)	2 (ปรับปรุง)	1 (ไม่ผ่านเกณฑ์)	
3.2 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.3 มีความชัดเจน ความถูกต้องของเนื้อหา						
3.4 เรียงลำดับความยากง่าย						
3.5 เหมาะสมกับสัดส่วนในชั้นเรียน						
<b>4. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>						
4.1 เป็นลำดับขั้นตอนตามกระบวนการ						
4.2 เหมาะสมกับแบบทางการเรียน แบบปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา						
4.3 สนับสนุนผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง						
4.4 ใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมกับเนื้อหา						
<b>5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน						
5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง						
5.3 มีความทันสมัย เป็นปัจจุบัน						
<b>6. การวัดผลและประเมินผล</b>						
6.1 ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้						
6.2 สอดคล้องกับกระบวนการกิจกรรมการเรียนการสอน						

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ .....

.....

.....

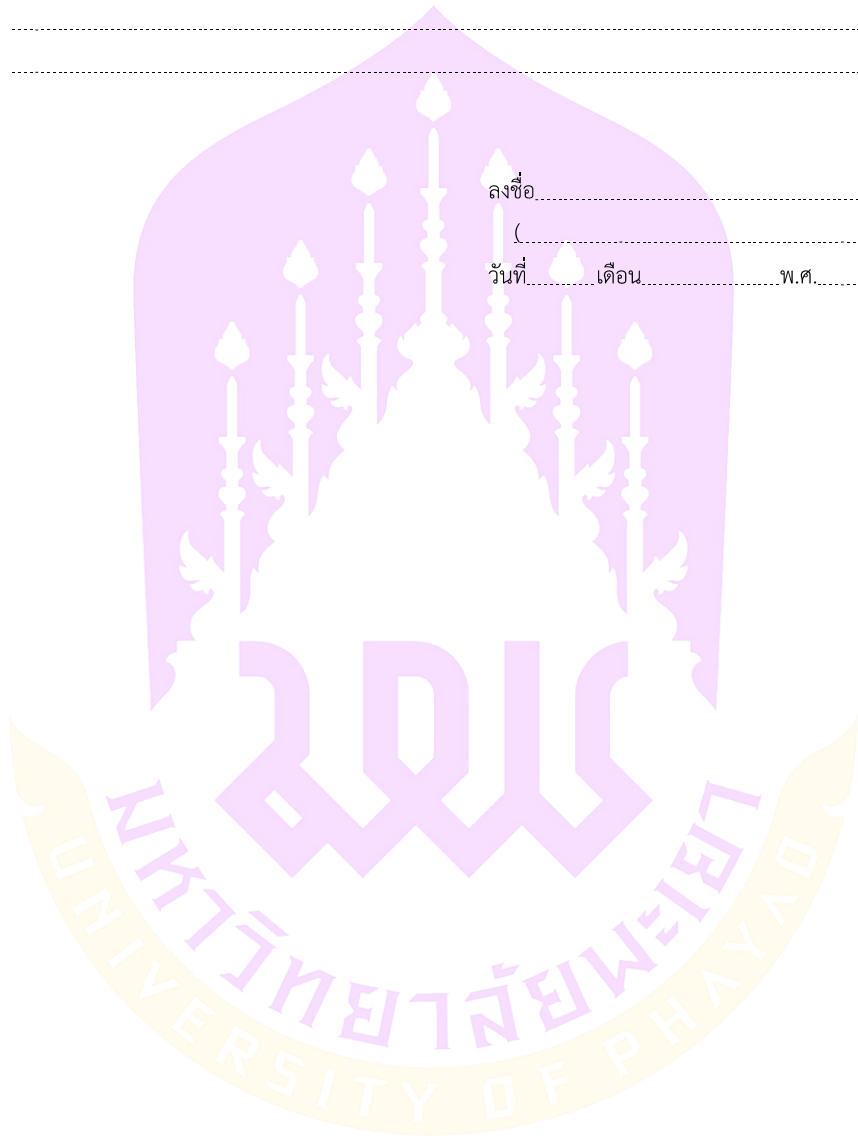
.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)  
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 แผน 10 ชั่วโมง (ตัวอย่างแผนที่ 6)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ	รหัสวิชา ว32211
โรงเรียนเมธีวชิกร “วัดพระธาตุศรีบุญชัยวรมหาวิหาร”		ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ		เวลาทั้ง 10 ชั่วโมง
เรื่อง มุมของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		เวลา 1 ชั่วโมง

1. สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 ม.5/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และความเร่งที่เกี่ยวข้องได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- สังเกต และคำนวณการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และความเร่งที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

## 5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : ทำนาย สังเกต และอธิบาย Predict

Observe

Explain (POE)

## 6. สารสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เป็นการเคลื่อนที่แนววิถีโค้งภายใต้แรงเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของโลกที่วัตถุเคลื่อนที่ในสองแนวพร้อมๆ กัน คือการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้ง แรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางคงตัวตลอดเวลา โดยทำมุมใดๆ กับทิศของความเร็วโดยทั่วไป การคำนวณกรณีของการขว้างวัตถุขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็วต้น  $u$  และทำมุม  $\theta$  ใด ๆ กับแนวราบเราจะพิจารณาโดยถือว่าไม่มีแรงมากระทำต่อวัตถุในแนวราบ เราจึงพิจารณาการเคลื่อนที่นี้เช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วคงที่ และใช้สมการคำนวณเป็นดังนี้

$$v = \frac{s}{t}$$

การคำนวณในแนวราบและแนวตั้งต่างก็เป็นอิสระซึ่งกันและกันซึ่งการเคลื่อนที่ในแนวตั้งจะมีความเร่งในแต่ละแนวตั้งที่สม่ำเสมอ สามารถหาปริมาณต่าง ๆ ในแนวนั้นได้จากสมการของการเคลื่อนที่ในแนวตรงได้แก่

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$v = u + gt$$

## 7. ภาระ/ชิ้นงาน

- 7.1. คำถามตรวจสอบความเข้าใจ
- 7.2. กิจกรรม 6 การทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่ทำมุมต่าง ๆ
- 7.3. ใบงานที่ 6.1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

## 8. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

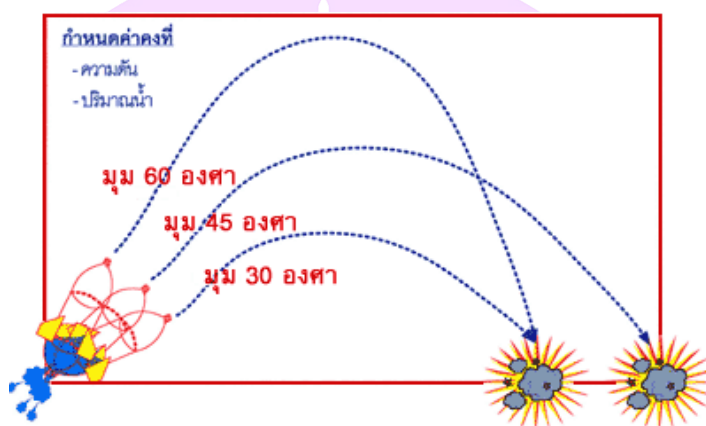
### ขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย (Predict) (20 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. ครูใช้คำถามถามนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง มุมของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังนี้
  - นักเรียนคิดว่า ในขณะที่นักเรียนกำลังจะชู้ตบาสเกตบอล นักเรียนจะอย่างไรในการส่งลูกให้เพื่อนที่มีระยะห่างจากตนเองสามารถรับลูกได้ และมีปัจจัยอะไรบ้างในการส่งลูกบอลให้เพื่อ เพราะเหตุใด
  - นักเรียนคิดว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หากเราทำมุม 0, 30, 45, 60 และ 90 องศาแล้วจะเคลื่อนที่ตกตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
  - นักเรียนคิดว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มุมใดที่จะส่งผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด และเพราะอะไร
3. ครูได้ให้นักเรียนลองทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นเกี่ยวกับ มุมต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพื่อให้นักเรียนได้จินตนาการถึงสถานการณ์ และให้นักเรียนได้คิดทำนายถึงเหตุการณ์ เรื่องเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ก่อนที่ครูจะใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ Solidwork เพื่อพิสูจน์ถึงผลลัพธ์ที่นักเรียนได้ทำนายหรือคาดการณ์ไว้
4. หลังจากที่นักเรียนรับรู้ถึงแนวคิดและทฤษฎี เรื่อง มุมต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่ทำมุมต่างกัน ครูได้ให้นักเรียนนักเรียนตอบคำถามก่อนเข้าสู่บทเรียน
  - เหตุใดมุม 45 องศาถึงทำให้วัตถุสามารถเคลื่อนที่ และมีระยะทางที่ไกลได้มากที่สุด

### ขั้นที่ 2 ขั้นสังเกต (Observe) (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คนโดยคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน
2. ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองที่ 6. เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่ทำมุมต่างกัน เพื่อทำความเข้าใจวิธีการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง
3. ครูนำนักเรียนทำการทดลองสถานการณ์จริง (การทดลองการยิงลูกปิงปอง) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยพิจารณามุมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของการทดลองการยิงลูกปิงปอง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

4. หลังจากพานักเรียนลงมือทำการทดลองจริง (การทดลองจรวดขวดน้ำ) ดังภาพที่ 1 เพื่อให้นักเรียนสามารถเห็นถึงมุมที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยแต่ละกลุ่มจะได้มุมที่ต่างกันออกไปจากการสุ่ม โดยมุมที่มีดังนี้ 0, 30, 45, 60 และ 90 โดยแต่ละกลุ่มจะได้มุมที่ไม่ซ้ำกัน หลังจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือทดลองเสร็จสิ้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจดบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้เกิดขึ้นจากการทดลอง โดยครูจะเป็นผู้คอยกำกับการจัดกิจกรรม และช่วยเหลือนักเรียน รวมถึงคอยดูความเข้าใจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม



ภาพประกอบที่ 1 การทดลองมุมต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยการทดลองจรวดขวดน้ำ

### ขั้นที่ 3 อธิบาย (Explain) (10 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเปรียบเทียบผลการทดลองและผลการทำนายของกลุ่มตนเองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเปรียบเทียบผลการทดลองของกลุ่มตนเองกับเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปว่า มุมที่ต่างกันของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จะให้วัตถุมีระยะทางที่ต่างกัน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายถึงคำตอบของการทดลองในไปงานกิจกรรมที่ 6.1 เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง มุมของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
4. นักเรียนพร้อมครูร่วมกันอภิปรายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Solidwork และสะท้อนความรู้ที่ได้รับในการจัดกิจกรรม

### 9. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. โจทย์ปัญหาเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. โปรแกรมสถานการณ์จำลอง Solidwork

### 10. การวัดผลประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้ (K)</b>			
- อธิบายการกระจัดและระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ	- ตรวจสอบคำตอบตรวจสอบความเข้าใจ 6.1	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 6.1	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
<b>ด้านกระบวนการ (P)</b>			
- คำนวณการกระจัดและระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ	- ตรวจสอบใบงาน 6.1	- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
<b>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)</b>			
- คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
<b>สมรรถนะที่สำคัญ</b>			
- สมรรถนะที่สำคัญ	- สังเกตความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถในการคิด	- แบบประเมินสมรรถนะที่สำคัญ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## 11. เกณฑ์การวัดและประเมินผล

## 11.1 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ผ่าน (1)	ดี (2)	ดีเยี่ยม (3)
ทักษะการคำนวณ	คำนวณค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การคำนวณหาอัตราเร็ว และระยะทาง และมุมต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังคงมีการคำนวณที่ผิดพลาด และยังคงมีความคลาดเคลื่อนของหลักการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	คำนวณค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การคำนวณหาอัตราเร็ว และระยะทาง และมุมต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังคงมีการคำนวณที่ผิดพลาดเล็กน้อยเกี่ยวกับลำดับคณิตศาสตร์	คำนวณค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การคำนวณหาอัตราเร็ว ระยะทาง และ มุมต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	ทดลองตามวิธีการ และขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข	ทดลองตามวิธีการ และขั้นตอนที่กำหนดไว้ มีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการตั้งการทดลองเล็กน้อย แต่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้	ทดลองตามวิธีการ และขั้นตอนที่กำหนดไว้ อย่างถูกต้องครบถ้วน
ทักษะการตีความผลข้อมูล และการนำเสนอ	บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูลบางส่วน และมีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลบางส่วน และในการอภิปราย มีการพูดกระตุก และผิดพลาดบางแห่ง	บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูลครบถ้วน มีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลครบถ้วน แต่ยังคงสามารถอภิปรายผลของการทดลองต่อกลุ่มอื่นได้ มีการสื่อสารและนำเสนอที่กระตุกเล็กน้อย	บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูลครบถ้วน มีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลครบถ้วน และสามารถอภิปรายผลของการทดลองต่อกลุ่มอื่นได้อย่างไม่กระตุก

ที่มา สสวท.

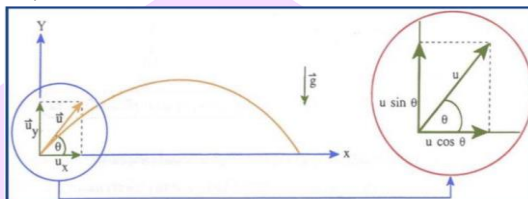


## ใบความรู้ที่ 5

### เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Motion of a Projectile) คือการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแนวโค้งในกรณีวัตถุเคลื่อนที่อย่างเสรีด้วยแรงโน้มถ่วงคงที่ เช่นวัตถุเคลื่อนที่ไปในอากาศภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ทางเดินของวัตถุจะเป็นรูปพาราโบลา



โพรเจกไทล์ (projectile) หมายถึง วัตถุที่ถูกขว้าง หรือยิงออกไป เช่นขว้างก้อนหินออกไป เส้นทางการเคลื่อนที่จะมีวิถีโค้งแบบพาราโบลา โดยไม่คิดผลของแรงต้านอากาศ หรือการหมุนของวัตถุขณะเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ คือเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้งพร้อมกัน โดยในแนวตั้งเคลื่อนที่อย่างอิสระภายใต้แรงดึงดูดของโลก ส่วนในแนวระดับเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ขว้างวัตถุออกไปข้างหน้า ทำมุมกับแนวระดับ
- 1.1. ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะมีมุมอยู่ 2 ค่าที่ทำให้วัตถุตกเป็นระยะเท่ากัน แต่การยิงต้องยิงด้วยอัตราเร็วขนาดเท่ากัน หรือ  $u$  คงที่ และพบว่ามุมสองมุมนั้นจะรวมกันได้ค่า  $90^\circ$  องศาทุกครั้ง

$$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$$

- 1.2. การพินิจมุมที่ทำให้วัตถุตกใกล้สุดวงเล็บการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์พบว่ามุมที่ทำให้วัตถุตกในระยะใกล้สุดมีค่าเท่ากับ  $45^\circ$  องศา

- วัตถุจะมีความเร็วในแนวระดับ และแนวตั้งพร้อมกัน
- แนวตั้งคิดเหมือนโยนวัตถุขึ้นไปให้ตกลงอย่างอิสระ ใช้ 4 สูตร จากเรื่องการเคลื่อนที่แนวตาง (โดย a=g)
- แนวระดับวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ใช้สูตร  $s_x = u_x t$
- ที่จุดสูงสุดความเร็วในแนวตั้งเป็นศูนย์

2. ขว้างวัตถุจากที่สูงออกไป ขนานกับแนวระดับ

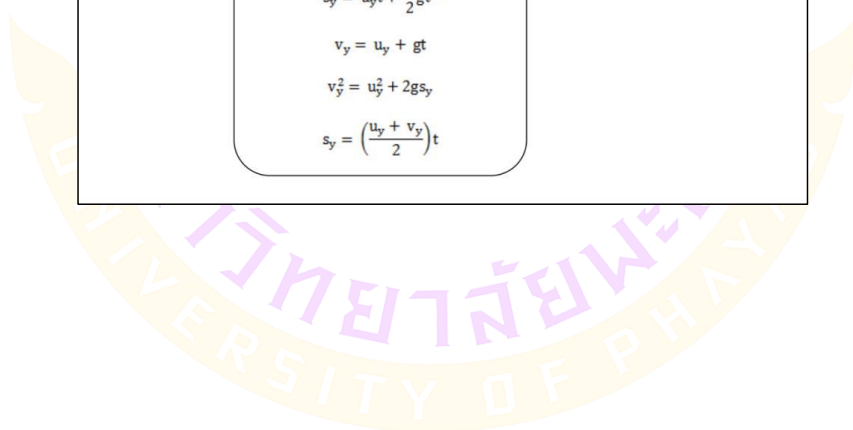
- วัตถุจะมีความเร็วในแนวระดับ และแนวตั้งพร้อมกัน
- แนวตั้งคิดเหมือนปล่อยวัตถุให้ตกลงอย่างอิสระ ภายใต้ความเร่ง g
- แนวระดับวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ใช้สูตร  $s_x = u_x t$

$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y = u_y + g t$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2 g s_y$$

$$s_y = \left( \frac{u_y + v_y}{2} \right) t$$



### ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6

วิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน

รหัสวิชา ว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

เวลา 4 คาบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ร่วมกันทำการทดลองที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชื่อกลุ่ม..... ห้องเรียนที่..... คะแนนที่ได้.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ.....เลขที่.....

2. ชื่อ.....เลขที่.....

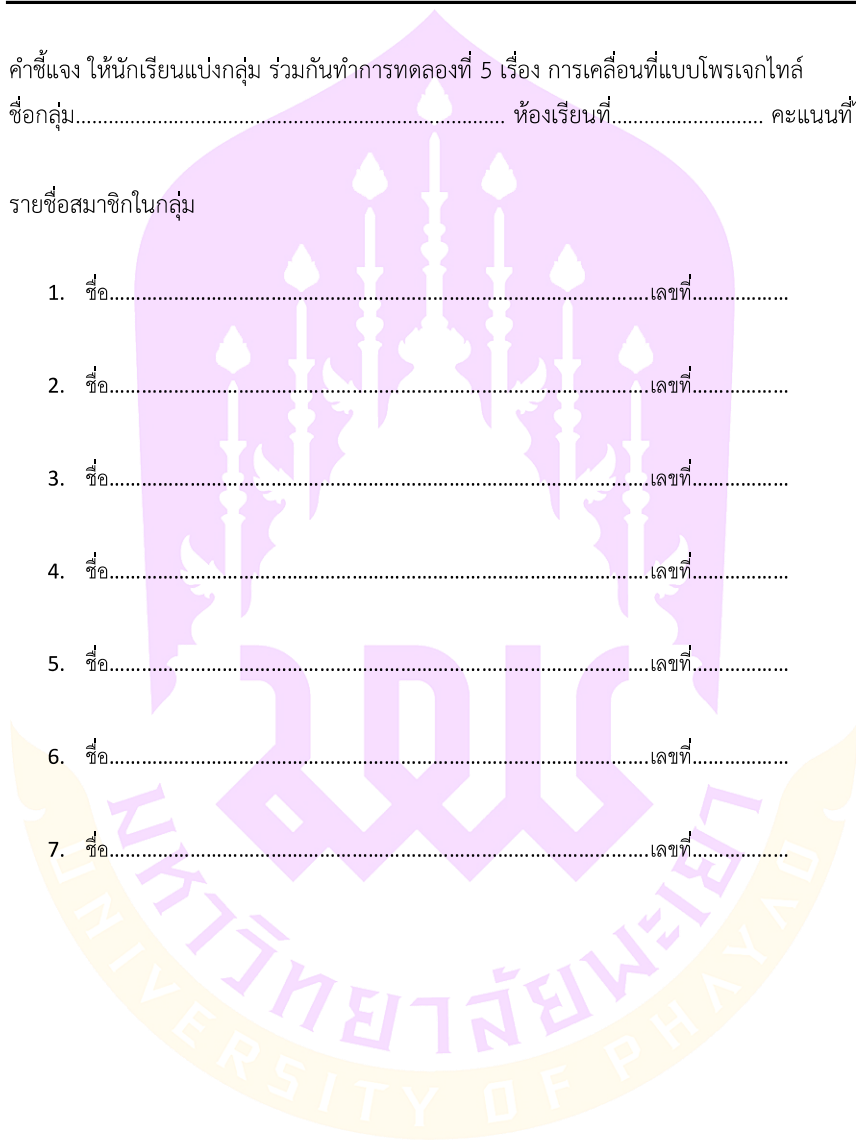
3. ชื่อ.....เลขที่.....

4. ชื่อ.....เลขที่.....

5. ชื่อ.....เลขที่.....

6. ชื่อ.....เลขที่.....

7. ชื่อ.....เลขที่.....



## การทดลองที่ 6 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษามุมต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในสนามแรงโน้มถ่วงของโลก
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบมุมต่าง ๆ ที่ส่งผลระหว่างการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวระนาบและแนวตั้ง

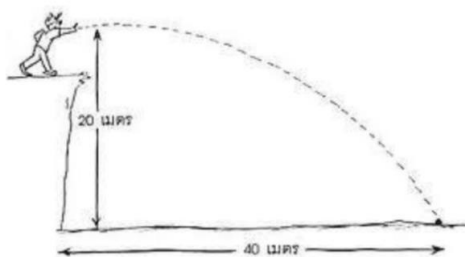
### อุปกรณ์

1. ลูกปิงปอง
2. ท่อ PVC
3. มุมองศาจำลอง
4. ตลับเมตร

### ทฤษฎี/เนื้อหา

#### การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Motion of a Projectile)

โพรเจกไทล์ (Projectile) หมายถึง วัตถุที่ขว้างหรือยิงออกไป ทั้งนี้ในบริเวณใกล้ผิวโลกตามปกติ การเคลื่อนที่ของวัตถุดังกล่าวจะสังเกตได้ว่ามีวิถีโค้ง การเคลื่อนที่ตามรูปแบบที่วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ไป โดยเฉพาะเมื่อ ไม่มีแรงต้านทานของอากาศหรือแรงต้านทานมีผลน้อยจนไม่ต้องนำมาคิด จะเรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในกรณีที่แรงต้านทานของอากาศมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่เนื่องจากวัตถุเบา หรือเนื่องจากการเคลื่อนที่เร็วและมีการหมุน วิธีการเคลื่อนที่นี้จะแตกต่างออกไปจากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และไม่นับเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เช่น การเคลื่อนที่ของลูกแบดมินตัน



รูปที่ 1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ คือ เคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้งพร้อมกัน ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ในขณะที่แนวราบไม่มีความเร่งเพราะไม่มีแรงกระทำในแนวระดับ

#### วิธีการทดลอง

1. ศึกษาจุดประสงค์การทดลอง อุปกรณ์การทดลอง และทฤษฎีเกี่ยวกับการทดลองอย่างละเอียด
2. จัดอุปกรณ์การทดลองโดยนำลูกปิงปองขนาดเท่ากัน โดยนำลูกปิงปองใส่เข้าไปในท่อที่วางอยู่บนพื้นแนวระนาบ และดึงลูกโป่งที่ติดปลายท่อ หลังจากนั้นเลือกมุมที่มีผลต่อการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. ใช้เส้นไม้บรรทัดในแนวตั้งเคาะเส้นไม้บรรทัดที่วางไว้บนโต๊ะ ให้เคลื่อนที่ไปในแนวระดับอย่างรวดเร็ว
4. สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของลูกปิงปอง และและวัฏระยะของลูกปิงปอง
5. ทำการทดลองซ้ำ ๆ 3 ครั้ง โดยลองเปลี่ยนมุม 3 มุมที่มีความแตกต่างกัน
6. ทำการบันทึกผลลงในตารางบันทึกการทดลอง อภิปรายและสรุปผล
7. ตอบคำถามท้ายการทดลอง









- 3. ขว้างวัตถุจากยอดตึกด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ทามุม 30 องศาับแนวระดับ ถ้าวัตถุนั้น ลอยอยู่ในอากาศนาน 6 วินาที จงหา วัตถุอยู่ห่างจากรฐานตึกเท่าใดขณะตกถึงพื้น

4. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน 10 ชั่วโมง  
(ตัวอย่างแผนที่ 5)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ	รหัสวิชา
โรงเรียนเมธีวุฒิก "วัดพระธาตุศรีบุญชัยรวมหาวิหาร"		ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ		เวลาทั้ง 10 ชั่วโมง
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 ม.5/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุได้แก่การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

- อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และความเร่งที่เกี่ยวข้องได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- สังเกต และคำนวณการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และความเร่งที่เกี่ยวข้องได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

## 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

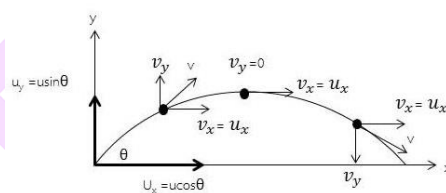
1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

## 5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

## 6. สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ประกอบด้วย การเคลื่อนที่ 2 แนวตั้งฉากกัน และเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน เช่น การขว้างก้อนหิน เป็นเส้นทางโค้งจากเนินด้านหนึ่ง ไปยังเนินอีกด้านหนึ่ง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกขว้างขึ้นไปในอากาศในแนวที่ทำมุม  $\theta$  ใด ๆ กับแนวนอนด้วยอัตราเร็ว  $u$  เราสามารถวิเคราะห์ความเร็วการเคลื่อนที่ของวัตถุออกมาได้ดังภาพ



ความเร็วต้นในแนวนอน =  $u \cos \theta$  และความเร็วต้นในแนวตั้ง =  $u \sin \theta$

การที่วัตถุมีความเร็วต้นถึงสองแนวเช่นนี้ ทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ในแนวทั้งสองพร้อมกัน คือ การเคลื่อนที่ในแนวราบและการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เมื่อรวมการเคลื่อนที่ทั้งสองนี้เข้าด้วยกัน แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ปรากฏจะเป็นวิถีโค้งในอากาศ

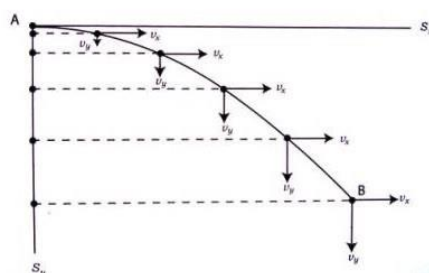
เนื่องจากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ใน 2 แนว ทำให้แบ่งการคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ออกได้เป็น 2 ส่วนคือ การคำนวณในแนวราบและการคำนวณในแนวตั้ง การวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวราบ

โดยทั่วไป การคำนวณกรณีของการขว้างวัตถุขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็วต้น  $u$  และทำมุม  $\theta$  ใด ๆ กับแนวราบเราจะพิจารณาโดยถือว่าไม่มีแรงมากระทำต่อวัตถุในแนวราบ เราจึงพิจารณาการเคลื่อนที่นี้เช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วคงที่ และใช้สมการคำนวณเป็นดังนี้



$$v = \frac{s}{t}$$

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวตั้ง



จากภาพแสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแนวตั้งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้งอย่างเสรีด้วยความเร็วต้นเท่ากับศูนย์ กับวัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่มีความเร็วต้นอยู่ในแนวระดับ อันมีผลทำให้ความเร็วต้นในแนวตั้งของวัตถุมีค่าเป็นศูนย์เช่นกัน โดยวัตถุทั้ง 2 ในภาพเริ่มต้นเคลื่อนที่พร้อมกันจากภาพแสดงให้เห็นว่า เมื่อเวลาผ่านไป ระยะทางในแนวตั้งของวัตถุทั้งสองเท่ากันทุกขณะ ทั้งนี้ทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตั้งอย่างเสรีและการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ต่างก็เป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงความโน้มถ่วงของโลก

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การคำนวณในส่วนแนวตั้งของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทำได้ โดยใช้วิธีการคำนวณของการเคลื่อนที่ในแนวตั้งอย่างเสรี นั่นคือ

- 1) ต้องกำหนดเครื่องหมายของปริมาณเวกเตอร์ทุกชนิด
- 2) ความเร่งของวัตถุมีค่าเท่ากับ  $g$  ซึ่งมีทิศลงเสมอ

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การคำนวณในแนวราบและแนวตั้งต่างก็เป็นอิสระซึ่งกันและกันซึ่งถ้าทราบความเร่งในแต่ละแนวแล้วก็สามารถหาปริมาณต่าง ๆ ในแนวนั้นได้จากสมการของการเคลื่อนที่ในแนวตรง ได้แก่

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

## 7. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เวลา 50 นาที

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement) (5 นาที)

1. ครูนำนักเรียนทดสอบความรู้เดิม จากการเรียนเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง และการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เพื่อเชื่อมความรู้สู่การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. นักเรียนตอบคำถามก่อนเข้าสู่บทเรียน
  - เหตุใดเมื่อโยนลูกบาสเกตบอลออกไปแล้วลูกจึงโค้งตกลงมาเสมอ (มีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำ)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นคว้า (exploration) (20 นาที)

1. นักเรียนรับฟังครูอธิบายถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แนวตั้งและแนวระดับ หลังจากนั้นครูให้นักเรียนรับฟังครูอธิบายการคำนวณหาความสูงของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
3. ครูให้นักเรียนร่วมกันค้นคว้าว่าการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบเจอแบบไหนบ้างที่เป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์นักเรียนลงมือทำโจทย์ปัญหาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์หลังจากที่นักเรียนได้ค้นคว้าถึงการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ครูให้ตัวแทนนักเรียนอธิบายถึงการหลักการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หลังจากนั้นนักเรียนทุกคนร่วมแสดงวิธีทำพร้อมทั้งอธิบายการคำนวณหาระยะสูงสุดของวัตถุ

### ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (10 นาที)

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปองค์ความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ประกอบด้วย การเคลื่อนที่ 2 แนวตั้งฉากกัน และเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน เช่น การขี้อักรยานผาดโผน เป็นเส้นทางโค้งจากเนินด้านหนึ่งไปยังเนินอีกด้านหนึ่ง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกขว้างขึ้นไปในอากาศในแนวที่ทำมุม  $\theta$  ใด ๆ กับแนวราบด้วยอัตราเร็ว  $u$  และลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีทั้งแนวตั้งและแนวราบ

### ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) (5 นาที)

1. นักเรียนร่วมกันทบทวนความเข้าใจจากการเรียน ด้วยการทำใบงานที่ 5.1 โดยที่ครูคอยดูแลความถูกต้อง
2. นักเรียนรับชมคลิปวิดีโอการทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์  
ที่มา : <https://youtu.be/hQQYKILUulg>

### ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) (10 นาที)

1. นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าในเรื่องที่เรียนมามีจุดใดที่ยังไม่เข้าใจไม่ชัดเจนหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติม
  2. นักเรียนทำ Kahoot เรื่องตัวแปรที่ใช้ในสมการการเคลื่อนที่แนวตรงและแนวโค้ง
  3. ประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์จากการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้
1. Powerpoint เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
  2. โจทย์ปัญหาเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
  3. โปรแกรม Kahoot

## 10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการ	เครื่องมือ	ผู้ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน
1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้ถูกต้อง (K)	การบันทึกผลงสมุด	ตรวจชิ้นงาน	แบบประเมินความรู้	ครู	ระดับคุณภาพดีขึ้น ไปผ่านเกณฑ์
2.นักเรียนแสดงทักษะคำนวณหาระยะที่วัตถุขึ้นไปได้สูงที่สุดได้ถูกต้อง (P)	ทำโจทย์ปัญหา	ตรวจชิ้นงาน	แบบประเมินทักษะกระบวนการ	ครู	ระดับคุณภาพดีขึ้น ไปผ่านเกณฑ์
3.นักเรียนตั้งใจฟังและให้ความร่วมมือในห้องเรียน (A)	- เข้าเรียนตรงเวลา - ตอบคำถาม - ทำโจทย์ปัญหา	สังเกตความรับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ครู	ระดับคุณภาพดีขึ้น ไปผ่านเกณฑ์

## 11. เกณฑ์การวัดและประเมินผล

## 11.1 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ผ่าน (1)	ดี (2)	ดีเยี่ยม (3)
ทักษะการคำนวณ	คำนวณค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การคำนวณหาอัตราเร็ว และระยะทางของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังคงมีการคำนวณที่ผิดพลาด และยังคงมีความคลาดเคลื่อนของหลักการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	คำนวณค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การคำนวณหาอัตราเร็ว และระยะทางของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังคงมีการคำนวณที่ผิดพลาดเล็กน้อยเกี่ยวกับลำดับคณิตศาสตร์	คำนวณค่าที่ต้องการโดยใช้วิธีการทางการคำนวณ เช่น การคำนวณหาอัตราเร็ว และระยะทางของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
ทักษะการทดลอง	ทดลองตามวิธีการ และขั้นตอนที่กำหนดไว้ หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข	ทดลองตามวิธีการ และขั้นตอนที่กำหนดไว้ มีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการติดตั้งการทดลองเล็กน้อย แต่สามารถการปรับปรุงแก้ไขได้	ทดลองตามวิธีการ และขั้นตอนที่กำหนดไว้ อย่างถูกต้องครบถ้วน
ทักษะการตีความลงข้อสรุปและการนำเสนอ	บันทึกข้อมูลโดยใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูลบางส่วน และมีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลบางส่วน และในการอภิปราย มีการพูดกระตุก และผิดพลาดบางแห่ง	บันทึกข้อมูลโดยใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูลครบถ้วน มีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลครบถ้วน แต่ยังคงสามารถอภิปรายผลของการทดลองต่อกลุ่มอื่นได้ มีการสื่อสารและนำเสนอที่กระตุกเล็กน้อย	บันทึกข้อมูลโดยใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูลครบถ้วน มีการระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูลครบถ้วน และสามารถอภิปรายผลของการทดลองต่อกลุ่มอื่นได้อย่างไม่กระตุก

ที่มา สสวท.



แบบฝึกทักษะที่ 5.1

วิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ

รหัสวิชา ว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

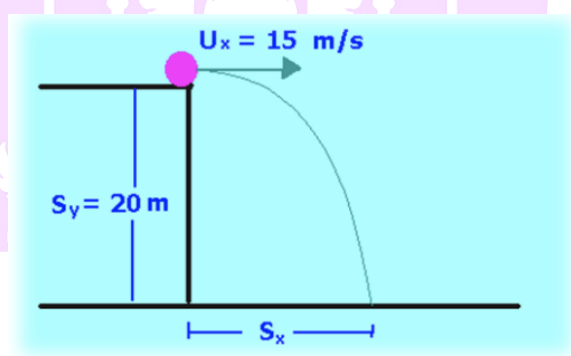
เวลา 1 คาบ

ชื่อ.....ห้องเรียนที่.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. ขว้างก้อนหินด้วยความเร็วต้น 15 เมตร/วินาที จากขอบหน้าผาสูง 20 เมตรไปตกลงบนพื้นด้านล่าง

ก้อนหินจะตกห่างจากขอบหน้าผากี่เมตร



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ก้อนหินถูกขว้างออกจากหน้าผาในแนวระดับ ด้วยความเร็วต้น  $10 \text{ m/s}$  ก้อนหินจะตกถึงพื้น  
ในเวลา  $8$  วินาที ก้อนหินจะตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเป็นระยะเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

3. ลูกบอลลูกหนึ่งกลิ้งตกลงมาจากโต๊ะพื้นราบ ซึ่งสูง  $5$  เมตร ถ้าลูกบอลกระทบพื้นตรงจุดที่ห่างจาก  
ขอบโต๊ะตามแนวระดับ  $4$  เมตร จงหาความเร็วของลูกบอลขณะหลุดจากขอบโต๊ะมีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



5. แบบประเมินความค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

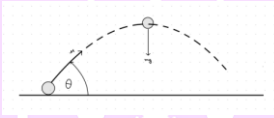
แบบประเมินครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบ คุณภาพของเนื้อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการ  
เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำ  
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึก  
รายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

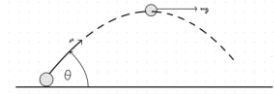
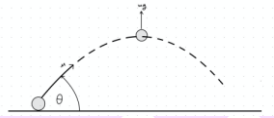
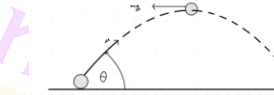
เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

รายการประเมินที่มีความสอดคล้อง	ให้	+1	คะแนน
รายการประเมินที่มีความไม่แน่ใจ	ให้	0	คะแนน
รายการประเมินที่ไม่สอดคล้อง	ให้	- 1	คะแนน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม/ผล การเรียนรู้	จุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธพิสัย							รวม
	เนื้อหาที่จะออกสอบ	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	คิด สร้างสรรค์	
อธิบายปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์	การเคลื่อนที่แบบโพรเจก ไทล์	6	5	-	-	-	-	11
วิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์		4	1	-	5	-	-	10
คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์		-	7	1	-	1	-	9
ทดลองการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์		1	2	1	-	1	-	5

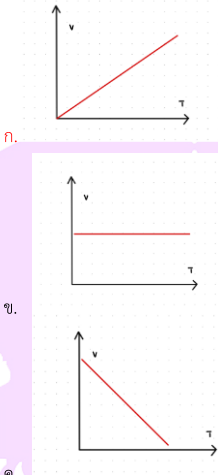
ข้อ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
1.	อธิบาย ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการ เคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่ตรงกับข้อใด (ความจำ) ก. แนวเส้นตรง ข. แนวโค้งพาราโบลา ค. แนววงกลม ง. แนวโค้งไฮเพอร์โบลา			
2.	อธิบาย ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการ เคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์	ข้อใดใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากที่สุด (ความเข้าใจ) ก. เครื่องบินขณะบินขึ้นจากสนามบิน ข. เด็กเล่นไม้สไลด์ ค. ลูกเทนนิสที่ถูกตีออกไปข้างหน้า ง. เครื่องร่อนขณะร่อนลง			
3.	วิเคราะห์ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการ เคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์	เพราะเหตุใด หากนักเรียนตีลูกขนไก่ขึ้นไปบนฟ้า ลูกขนไก่ถึงไม่ลอย ออกไปเรื่อย ๆ กลับแต่ตกลงมา (ความจำ) ก. เพราะลูกขนไก่มีแรงต้านอากาศ ข. เพราะแรงโน้มถ่วงกระทำต่อลูกขนไก่ ค. เพราะนักเรียนออกแรงตีลูกขนไก่ไม่มากพอ ง. เพราะลูกขนไก่มีน้ำหนักมากกว่าแรงต้านอากาศ			

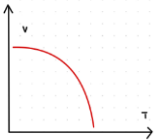
ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
4.	อธิบายปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	<p>เพราะเหตุใดเมื่อขว้างวัตถุออกไปในแนวราบแต่ปรากฏว่าวัตถุเคลื่อนที่เป็นทางโค้ง (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. วัตถุหนักเกินไป ข. วัตถุมีความเร็วต้นในแนวตั้ง ค. วัตถุถูกโลกดึงดูดให้มีความเร็วแนวระดับและแนวตั้งเพิ่มขึ้น ก. วัตถุถูกโลกดึงดูดให้มีความเร็วแนวตั้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มีความเร็วแนวระดับ</p>			
5.	อธิบายปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	<p>แรงดึงดูดของโลกกระทำกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในทิศทางแบบใด (ความจำ)</p> <p>ก.</p>  <p>ข.</p>			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
		 <p>ค.</p>  <p>ง.</p>  <p>ก.</p>			
6.	อธิบายปริมาณต่างๆ	ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุที่ถูกต้อง (ความจำ)			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
	ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	ก. วัตถุที่มีความเร็วในแนวระดับไม่มีโอกาสเท่ากับค่าความเร็วในแนวตั้งเลย ข. วัตถุที่มีความเร็วในแนวระดับมากกว่าความเร็วในแนวตั้งเสมอ ค. วัตถุที่มีความเร็วในแนวตั้งคงที่และความเร็วในแนวระดับเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ตลอดเวลา ก. วัตถุที่มีความเร็วในแนวระดับคงที่และความเร็วในแนวตั้งเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ตลอดเวลา			
7.	อธิบายปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	ข้อใดเป็นตัวอย่างของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ความเข้าใจ) ก. เล่นชิงช้า ข. วิ่งแข่งชัน ค. ชู้ตลูกบาสเกตบอล ง. นั่งรถไฟเหาะตีลังกา			
8.	คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักกีฬาจะต้องพุ่งแหลนทำมุมเท่าใดกับแนวระดับจึงจะตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด (ความเข้าใจ) ก. ทำมุมเอียง 30 องศา กับ แนวระดับ ข. ทำมุมเอียง 70 องศา กับ แนวระดับ ค. ทำมุมเอียง 60 องศา กับ แนวระดับ ง. ทำมุมเอียง 45 องศา กับ แนวระดับ			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
9.	คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	เมื่อขว้างลูกหินด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที พบว่าก่อนหินนี้ตกถึงพื้นราบด้วยความเร็วที่ทำมุม 60° กับแนวตั้ง หินก้อนนี้จะขึ้นได้สูงที่สุดเท่าใด (ความเข้าใจ) ก. 5 m ข. 10 m ค. 15 m ง. 20 m			
10.	คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	เครื่องบินทิ้งระเบิดบินในแนวระดับด้วยความเร็ว 200 เมตรต่อวินาทีสูงจากพื้นดิน 2000 เมตรเมื่อทิ้งระเบิดที่ปีกลงมาจะหาระเบิดตกไกลจากตำแหน่งที่ทิ้งตามแนวระดับเท่าไร (ความเข้าใจ) ก. 3000 เมตร ข. 3500 เมตร ค. 4000 เมตร ก. 4500 เมตร			
11.	คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	ผลึกวัตถุออกจากขอบคานฟ้าตึกสูง 20 เมตรด้วยความเร็วต้น 15 เมตรต่อวินาทีตามแนวระดับวัตถุจะตกถึงพื้นที่ระยะห่างจากฐานตึกกี่เมตร (ความเข้าใจ) ก. 10			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
		ข. 20 <b>ค. 30</b> จ. 40			
12.	อธิบายปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	กราฟในข้อใดสอดคล้องกับวัตถุที่ถูกปล่อยให้ตกลงมาในแนวตั้ง (ความจำ) 			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
					
13.	คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักรักบี้คนหนึ่ง เตะลูกรักบี้ขึ้นด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ เขาจะต้องวิ่งด้วยความเร็วอย่างน้อยที่สุดเท่าไร จึงจะไปรับลูกรักบี้ที่เขาเตะออกไปเอง ได้พอดีก่อนตกถึงพื้นดิน (ความเข้าใจ) ก. 5 เมตร/วินาที <b>ข. 10 เมตร/วินาที</b> ค. 15 เมตร/วินาที ง. 20 เมตร/วินาที			
14.	คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักเรียนคนหนึ่งยืนบนตาดฟ้าตึกทำชั้นสูง 75 เมตร แล้วขว้างก้อนหินลงทำมุมกับ $30^\circ$ กับแนวระดับด้วยความเร็ว 20 m/s จงคำนวณว่า นานเท่าใดวัตถุจึงจะตกกระทบพื้น และวัดดูจางจากพื้นตามแนวราบกี่เมตร (ความเข้าใจ) ก. $10\sqrt{3}$ เมตร/วินาที ข. $20\sqrt{3}$ เมตร/วินาที <b>ค. <math>30\sqrt{3}</math> เมตร/วินาที</b> ง. $40\sqrt{3}$ เมตร/วินาที			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
15.	คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	เบ็กแฮมเตะลูกบอลทำมุม $35^\circ$ กับแนวระดับปรากฏว่าลูกบอลตกไกล 50 เมตร ถ้าต้องการยิงลูกบอลให้ตกได้ไกลกว่าเดิม มุมยิงลูกบอลควรมีค่ากี่องศา (ความเข้าใจ) ก. 45 ข. 55 ค. 65 ง. 75			
16.	วิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	ในการคำนวณการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สูตรสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวราบ (แกน x) คือข้อใดต่อไปนี้ (วิเคราะห์) ก. $s = ut + 1/2 gt^2$ ข. $v = s/t$ ค. $v^2 = u^2 + 2gs$ ง. $v = u + gt$			
17.	วิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	ยิงวัตถุจากหน้าผาออกไปในแนวระดับ ปริมาณใดของวัตถุมีค่าคงตัว (วิเคราะห์)			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
		 <p>ก. อัตราเร็ว ข. ความเร็ว ค. ความเร็วในแนวตั้ง ง. ความเร็วในแนวระดับ</p>			
18.	คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	ขว้างลูกบอลออกไปจากที่สูง 5 เมตร ออกไปในแนวระดับด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาว่า ลูกบอลตกถึงพื้นห่างจากตำแหน่งที่ขว้างเท่าไร (ความเข้าใจ) ก. 8 เมตร ข. 10 เมตร ค. 18 เมตร ง. 20 เมตร			
19.	วิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	วัตถุที่ตกแบบเสรีกับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากที่ระดับความสูงเท่ากัน ข้อใดถูกต้อง (ความเข้าใจ) ก. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี ไม่เท่ากัน			

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
	กับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	ข. ความเร่งของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี ไม่เท่ากันเสมอ <b>ค. ความเร่งของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ</b> ง. ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ			
20.	วิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	นักเรียนคนหนึ่งเตะลูกบอลทำมุม 30 องศากับแนวนระดับปรากฏว่าลูกบอลตกไกลเป็นระยะทาง 50 เมตร หากนักเรียนต้องการยิงลูกบอลให้ตกเป็นระยะเท่าเดิมโดยเปลี่ยนมุม นักเรียนต้องเตะลูกบอลทำมุมเท่าใด ก. ทำมุมเอียง 0 องศา ข. ทำมุมเอียง 45 องศา <b>ค. ทำมุมเอียง 60 องศา</b> ง. ทำมุมเอียง 90 องศา			

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

.....

.....

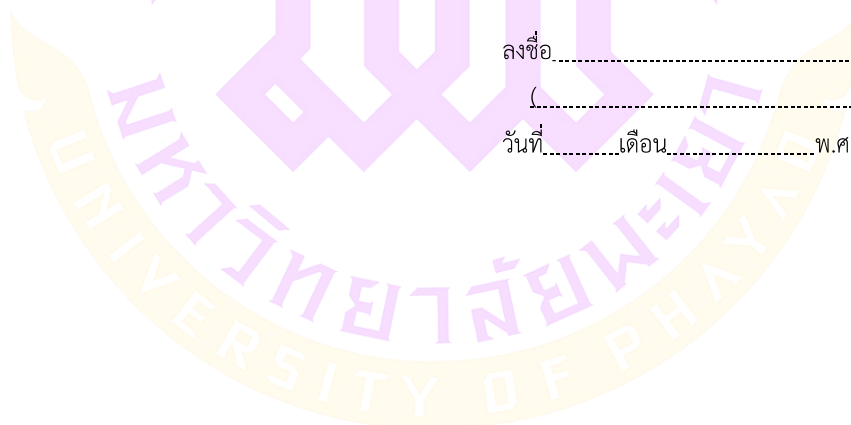
.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบ  
โพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ



โรงเรียนเมธีวุฒิมงคล “วัดพระธาตุศรีบุญชัย” จังหวัดลำพูน

แบบทดสอบวัดผลกลางภาค

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

วิชา ฟิสิกส์ (เพิ่มเติม)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 1 - 2

เดือน มกราคม พ.ศ. 2567

เวลา 60 นาที

- คำชี้แจง 1. ข้อสอบแบ่งออกเป็น 1 ตอน คะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน
2. ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ รวม 20 คะแนน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท X ลงในกระดาษคำตอบ
  3. ห้ามนำข้อสอบ และกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
  4. อนุญาตให้นักเรียนนำเครื่องคำนวณทุกชนิดเข้าห้องสอบ (ยกเว้นโทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต)
  5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลา
  6. หากพบการทุจริตในการสอบ คะแนนจะปรับเป็น 0 ทันที

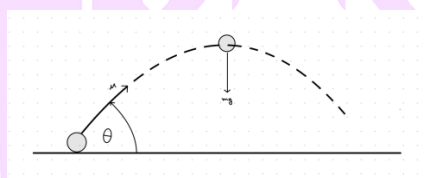
ธนภัทร บุญเพ็ชร  
ครูผู้สอน/ผู้ออกข้อสอบ

ตอนที่ 1 ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท X ลงในข้อสอบ

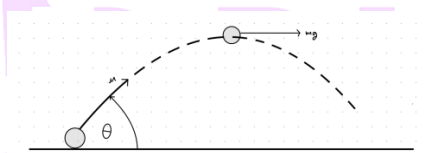
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่ตรงกับข้อใด
  - ก. แนวเส้นตรง
  - ข. แนวโค้งพาราโบลา
  - ค. แนววงกลม
  - ง. แนวโค้งไฮเพอร์โบลา
2. ข้อใดใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากที่สุด
  - ก. เครื่องบินขณะบินขึ้นจากสนามบิน
  - ข. เด็กเล่นไม้สโนว์
  - ค. ลูกเทนนิสที่ถูกตีออกไปข้างหน้า
  - ง. เครื่องร่อนขณะร่อนลง

3. เพราะเหตุใด หากนักเรียนตีลูกขนไก่ขึ้นไปบนฟ้า ลูกขนไก่ถึงไม่ลอยออกไปเรื่อย ๆ แต่กลับผ่นเวลาหนึ่ง
- เพราะลูกขนไก่มีแรงต้านอากาศ
  - เพราะแรงโน้มถ่วงกระทำต่อลูกขนไก่
  - เพราะนักเรียนออกแรงตีลูกขนไก่ไม่มากพอ
  - เพราะลูกขนไก่มีน้ำหนักมากกว่าแรงต้านอากาศ
4. เพราะเหตุใดเมื่อขว้างวัตถุออกไปในแนวราบแต่ปรากฏว่าวัตถุเคลื่อนที่เป็นทางโค้ง
- วัตถุหนักเกินไป
  - วัตถุมีความเร็วต้นในแนวตั้ง
  - วัตถุถูกโลกดึงดูดให้มีความเร็วแนวระดับและแนวตั้งเพิ่มขึ้น
  - วัตถุถูกโลกดึงดูดให้มีความเร็วแนวตั้งเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่มีความเร็วแนวระดับ
5. แรงดึงดูดของโลกกระทำกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในทิศทางแบบใด

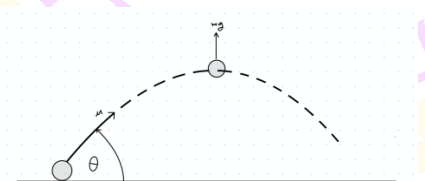
ก.



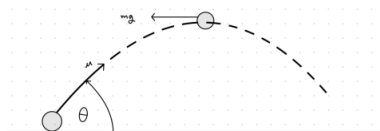
ข.



ค.



ง.

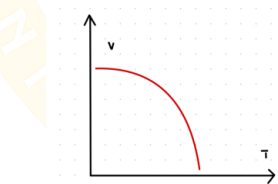
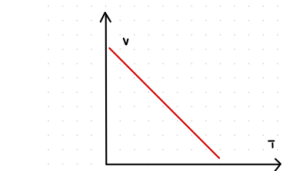
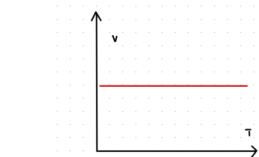
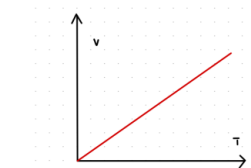


6. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุได้ถูกต้อง
  - ก. วัตถุมีความเร็วในแนวระดับไม่มีโอกาสเท่ากับค่าความเร็วในแนวตั้งเลย
  - ข. วัตถุมีความเร็วในแนวระดับมากกว่าความเร็วในแนวตั้งเสมอ
  - ค. วัตถุมีความเร็วในแนวตั้งคงที่และความเร็วในแนวระดับเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ตลอดเวลา
  - ง. วัตถุมีความเร็วในแนวระดับคงที่และความเร็วในแนวตั้งเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ตลอดเวลา
7. ข้อใดเป็นตัวอย่างของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
  - ก. เล่นชิงช้า
  - ข. วิ่งแข่งขัน
  - ค. ชู้ตลูกกบาสเกตบอล
  - ง. นักรถไฟเหาะตีลังกา
8. นักกีฬาจะต้องพุ่งแหลนทำมุมเท่าใดกับแนวระดับจึงจะตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด
  - ก. ทำมุมเอียง 30 องศา กับ แนวระดับ
  - ข. ทำมุมเอียง 70 องศา กับ แนวระดับ
  - ค. ทำมุมเอียง 60 องศา กับ แนวระดับ
  - ง. ทำมุมเอียง 45 องศา กับ แนวระดับ
9. เมื่อขว้างลูกหินด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที พบว่าก้อนหินนี้ตกถึงพื้นราบด้วยความเร็วที่ทำมุม  $60^\circ$  กับแนวตั้ง หินก้อนนี้จะขึ้นได้สูงสุดเท่าใด
  - ก. 5 m
  - ข. 10 m
  - ค. 15 m
  - ง. 20 m
10. เครื่องบินทิ้งระเบิดบินในแนวระดับด้วยความเร็ว 200 เมตรต่อวินาทีสูงจากพื้นดิน 2000 เมตรเมื่อทิ้งระเบิดที่ปีกลงมาจนกระทั่งระเบิดตกไกลจากตำแหน่งที่ทิ้งตามแนวระดับเท่าไร
  - ก. 3000 เมตร
  - ข. 3500 เมตร
  - ค. 4000 เมตร
  - ง. 4500 เมตร

11. ผลักวัตถุออกจากขอบตาดฟ้าตึกสูง 20 เมตรด้วยความเร็วต้น 15 เมตรต่อวินาทีตามแนวระดับวัตถุจะตกลงถึงพื้นในระยะห่างจากฐานตึกกี่เมตร

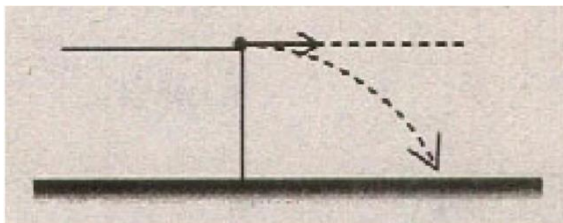
- ก. 10
- ข. 20
- ค. 30
- ง. 40

12. กราฟในข้อใดสอดคล้องกับวัตถุที่ถูกปล่อยให้ตกลงมาในแนวตั้ง



13. นักกรีฑาคนหนึ่ง เตะลูกรักบี้ขึ้นด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ เขาจะต้องวิ่งด้วยความเร็วอย่างน้อยที่สุดเท่าไร จึงจะไปรับลูกรักบี้ที่เขาเตะออกไปเอง ได้พอดีก่อนตกถึงพื้นดิน
- 5 เมตร/วินาที
  - 10 เมตร/วินาที
  - 15 เมตร/วินาที
  - 20 เมตร/วินาที
14. นักเรียนคนหนึ่งยืนบนตาดฟ้าตึกห้าชั้นสูง 75 เมตร แล้วขว้างก้อนหินลงทำมุม  $30^\circ$  กับแนวระดับ ด้วยความเร็ว 20 m/s จงหาว่าวัตถุจะตกจากพื้นตามแนวราบกี่เมตร
- $10\sqrt{3}$  เมตร
  - $20\sqrt{3}$  เมตร
  - $30\sqrt{3}$  เมตร
  - $40\sqrt{3}$  เมตร
15. นักเรียนคนหนึ่งของโรงเรียนเมธีวิมลกร ต้องการขว้างลูกตะกร้อ ได้ไกลสุด 60 เมตร ยากทราบว่าเป็นนักเรียนคนไหนสามารถขว้างขึ้นไปได้สูงสุดเท่าไร
- 24 เมตร
  - 30 เมตร
  - 15 เมตร
  - 8 เมตร
16. ในการคำนวณการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สูตรสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวราบ (แกน x) คือข้อใดต่อไปนี้
- $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$
  - $v = s/t$
  - $v^2 = u^2 + 2gs$
  - $v = u + gt$

17. ยิงวัตถุจากหน้าผาออกไปในแนวระดับ ปริมาณใดของวัตถุมีค่าคงตัว



- ก. อัตราเร็ว  
 ข. ความเร็ว  
 ค. ความเร็วในแนวตั้ง  
 ง. ความเร็วในแนวระดับ
18. ขว้างลูกบอลออกไปจากที่สูง 5 เมตร ออกไปในแนวระดับด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาว่าลูกบอลตกถึงพื้นห่างจากตำแหน่งที่ขว้างเท่าไร
- ก. 8 เมตร  
 ข. 10 เมตร  
 ค. 18 เมตร  
 ง. 20 เมตร
19. วัตถุที่ตกแบบเสรีกับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากที่ระดับความสูงเท่ากัน ข้อใดถูกต้อง
- ก. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี ไม่เท่ากัน  
 ข. ความเร่งของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี ไม่เท่ากันเสมอ  
 ค. ความเร่งของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ  
 ง. ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ
20. นักเรียนคนหนึ่งเตะลูกบอลทำมุม 30 องศากับแนวระดับปรากฏว่าลูกบอลตกไกลเป็นระยะทาง 50 เมตร หากนักเรียนต้องการยิงลูกบอลให้ตกเป็นระยะเท่าเดิมโดยเปลี่ยนมุม นักเรียนต้องเตะลูกบอลทำมุมเท่าใด
- ก. ทำมุมเอียง 0 องศา  
 ข. ทำมุมเอียง 45 องศา  
 ค. ทำมุมเอียง 60 องศา  
 ง. ทำมุมเอียง 90 องศา

## 7. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบประเมินวัดคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ  
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

### คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับองค์ประกอบในแต่ละด้านรายด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อในครั้งนี้อย่างละเอียดและทำเครื่องหมาย ✓ ข้อละ 1 ระดับ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

### เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

รายการประเมินที่มีความสอดคล้อง	ให้	+1	คะแนน
รายการประเมินที่มีความไม่แน่ใจ	ให้	0	คะแนน
รายการประเมินที่ไม่สอดคล้อง	ให้	-1	คะแนน

ด้านที่	รายการ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	1. ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ			
	2. ข้าพเจ้าคิดว่าเนื้อหาที่เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ยากเกินความเข้าใจได้			
	3. ข้าพเจ้าคิดว่าวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างความคิดและพัฒนาความคิดได้			
	4. ข้าพเจ้าใช้เวลาว่างในการทบทวนหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม			
	5. ข้าพเจ้าทบทวนตำราเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเข้าห้องเรียน			
	6. ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อและไม่ต้องการทำความเข้าใจ			
ด้านที่ 2 ความรู้สึกกว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ	7. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ข้าพเจ้ามีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ			
	8. ข้าพเจ้าเข้าห้องเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ตรงเวลาเป็นประจำ			

ด้านที่	รายการ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	9. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต			
	10. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน			
	11. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว จึงไม่มีความจำเป็นต่อการศึกษาเรียนรู้			
	12. ข้าพเจ้าไม่มีความคิดที่จะเตรียมตัวก่อนเข้าเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์			
	ด้านที่ 3 ความนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์	13. ข้าพเจ้าฝึกทำความเข้าใจในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นประจำ		
	14. ข้าพเจ้ามีการจดบันทึกในการเรียนการเรียนวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง			
	15. ข้าพเจ้าคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเบื่อ ไม่น่าตื่นเต้น			
	16. ข้าพเจ้าไม่มีความเชื่อว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาดังๆ ได้			
	17. ข้าพเจ้าทำการบ้านหรือภาระงานในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ			
	18. ข้าพเจ้าชอบสนทนา ซักถาม กับเพื่อนร่วมห้องเพื่อให้ได้คำตอบหรือสิ่งที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์			
ด้านที่ 4 ความสนใจวิทยาศาสตร์	19. ข้าพเจ้ามีความสนใจในกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์			
	20. ข้าพเจ้ารู้สึกที่วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ใกล้ตัวและไม่น่าสนใจ			
	21. ข้าพเจ้าทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ภายในกลุ่ม/ระหว่างกลุ่ม เป็นประจำ			

ด้านที่	รายการ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	22. ข้าพเจ้าศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์			
	23. ข้าพเจ้าไม่ชอบร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิทยาศาสตร์			
	24. ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการบ้านหรือภาระงานที่ครูได้รับมอบหมายให้ในระหว่างเรียนวิชาวิทยาศาสตร์			
	ด้านที่ 5 ความกล้าแสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์			
25. ข้าพเจ้าชอบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
26. เมื่อทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะมีการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม/ระหว่างกลุ่ม				
27. ข้าพเจ้าคิดว่าการแข่งขันตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่น่าเบื่อ				
28. ข้าพเจ้าไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมหรือการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์				
29. ข้าพเจ้ายอมรับความคิดเห็นและความสามารถของผู้อื่นในวิชาวิทยาศาสตร์				
30. ข้าพเจ้าไม่ชอบออกความคิดเห็นและอภิปรายในชั่วโมงเรียนวิชาวิทยาศาสตร์				

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

## 6. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 ข้อ

### แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

โรงเรียน.....  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

#### คำชี้แจง

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด โดยการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถูกหรือผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน และคำตอบของนักเรียน ไม่มีผลต่อการเรียนและคะแนนของนักเรียนทั้งสิ้น

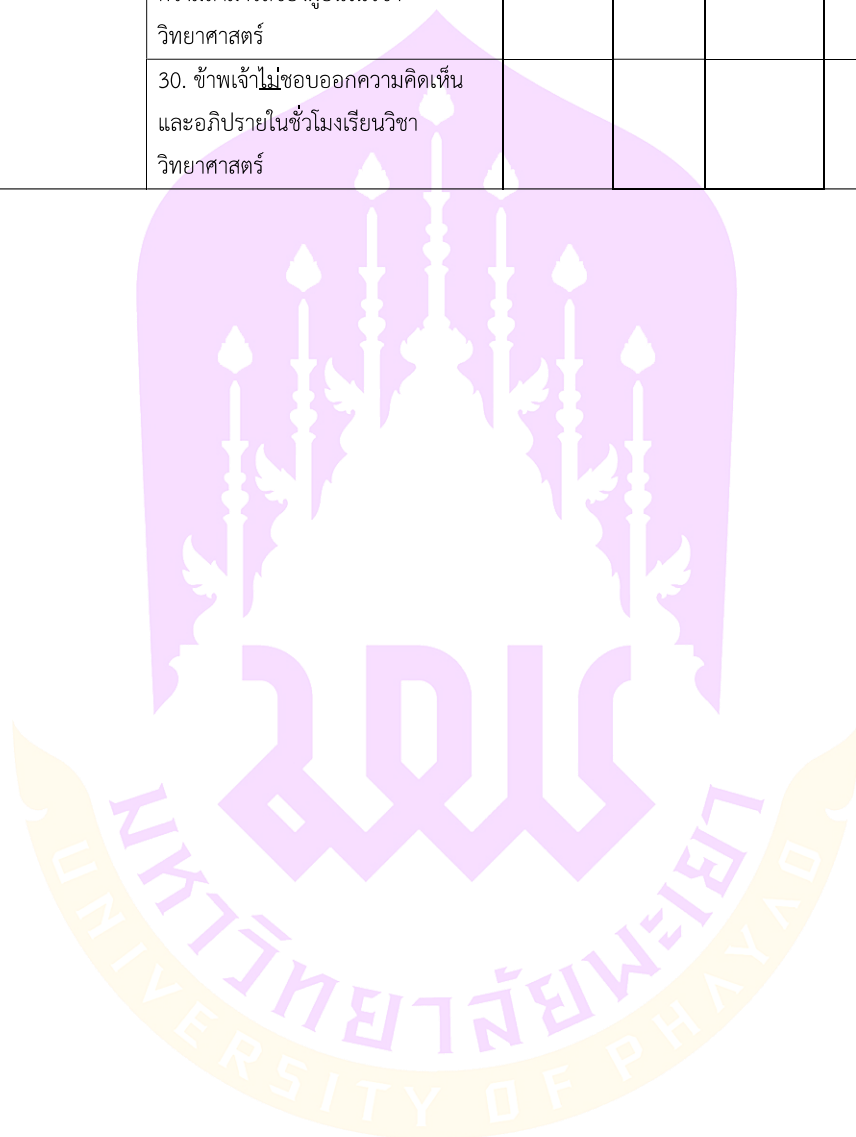
โดย	5	หมายความว่า	ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นมากที่สุด
	4	หมายความว่า	ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นมาก
	3	หมายความว่า	ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นปานกลาง
	2	หมายความว่า	ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นน้อย
	1	หมายความว่า	ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นน้อยที่สุด

ด้านที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
ด้านที่ 1 ความคิดที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	1. ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ					
	2. ข้าพเจ้าคิดว่าเนื้อหาที่เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ยากเกินความเข้าใจได้					
	3. ข้าพเจ้าคิดว่าวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้มนุษย์สร้างความคิดและพัฒนาความคิดได้					
	4. ข้าพเจ้าใช้เวลาว่างในการทบทวนหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม					
	5. ข้าพเจ้าทบทวนตำราเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเข้าห้องเรียน					

ด้านที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
	6. ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อและไม่ต้องการทำความเข้าใจ					
ด้านที่ 2 ความรู้สึก ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ	7. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ข้าพเจ้ามีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ					
	8. ข้าพเจ้าเข้าห้องเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ตรงเวลาเป็นประจำ					
	9. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต					
	10. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน					
	11. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว จึงไม่มีความจำเป็นต่อการศึกษาเรียนรู้					
	12. ข้าพเจ้าไม่มีความคิดที่จะเตรียมตัวก่อนเข้าเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 3 ความนิยม ชมชอบต่อ วิทยาศาสตร์	13. ข้าพเจ้าฝึกทำความเข้าใจในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นประจำ					
	14. ข้าพเจ้ามีการจดบันทึกในการเรียน การเรียนวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง					
	15. ข้าพเจ้าคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเบื่อ ไม่น่าตื่นเต้น					
	16. ข้าพเจ้าไม่มีความเชื่อว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้					
	17. ข้าพเจ้าทำการบ้านหรือภาระงานในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ					

ด้านที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
	18. ข้าพเจ้าชอบสนทนา ซักถาม กับเพื่อนร่วมห้องเพื่อให้ได้คำตอบหรือสิ่งที่ถูกต้องเกี่ยวกับชีววิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 4 ความสนใจ วิทยาศาสตร์	19. ข้าพเจ้ามีความสนใจในกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
	20. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าการศึกษาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไกลตัวและไม่น่าสนใจ					
	21. ข้าพเจ้าทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ภายในกลุ่ม/ระหว่างกลุ่ม เป็นประจำ					
	22. ข้าพเจ้าศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์					
	23. ข้าพเจ้าไม่ชอบร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิทยาศาสตร์					
	24. ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการบ้านหรือภาระงานที่ครูได้รับมอบหมายให้ในระหว่างเรียนชีววิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 5 ความกล้า แสดงออกหรือมีส่วน ร่วมต่อกิจกรรม วิทยาศาสตร์	25. ข้าพเจ้าชอบการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพราะทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
	26. เมื่อทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะมีการแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม/ระหว่างกลุ่ม					
	27. ข้าพเจ้าคิดว่าการแข่งขันตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่น่าเบื่อ					
	28. ข้าพเจ้าไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมหรือการทดลองในชีววิทยาศาสตร์					

ด้านที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
	29. ข้าพเจ้ายอมรับความคิดเห็นและความสามารถของผู้อื่นในวิชาวิทยาศาสตร์					
	30. ข้าพเจ้าไม่ชอบบอกความคิดเห็นและอภิปรายในชั่วโมงเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					



ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

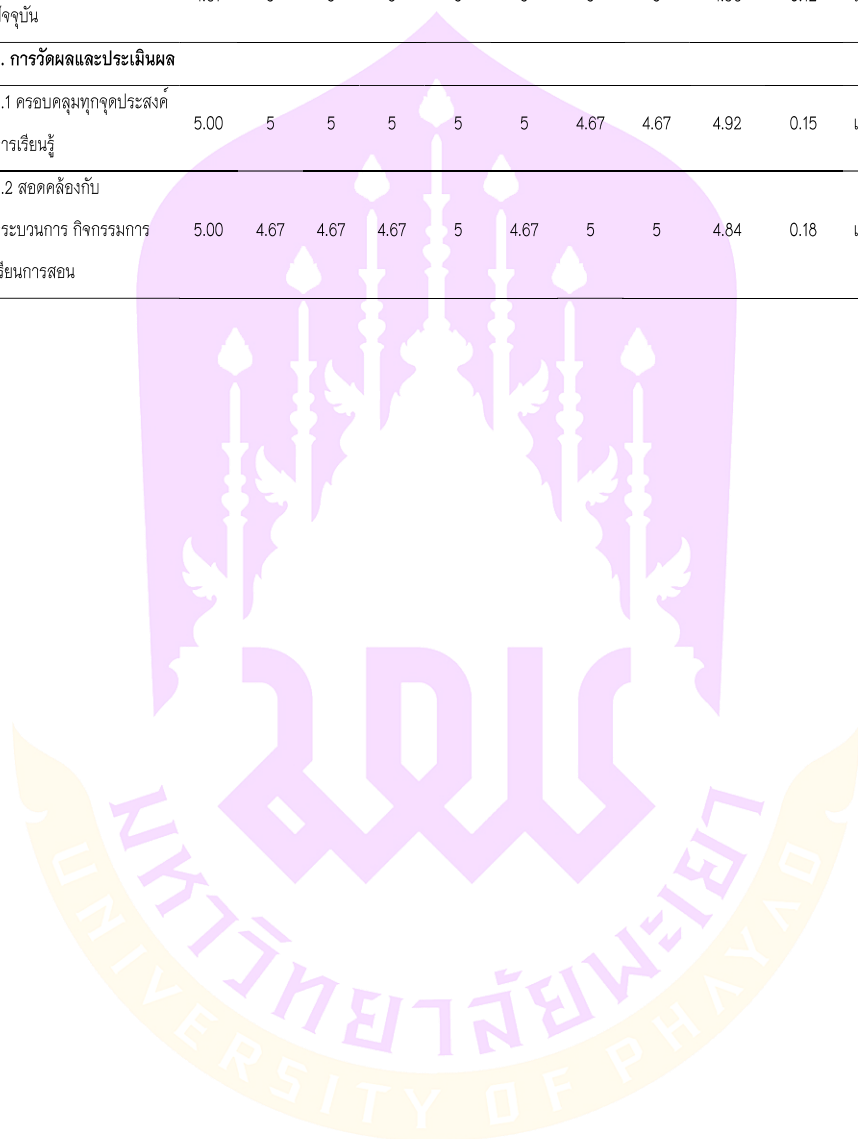
1. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 แผน 10 ชั่วโมง
2. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน 10 ชั่วโมง
3. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
4. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
5. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
6. ผลตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบเจตคติของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
7. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

1. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 แผน 10 ชั่วโมง

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8			
<b>1. สารการเรียนรู้</b>											
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตร สาระมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>											
2.1 สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้ที่คาดหวัง	5.00	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	4.67	4.75	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ (K) ทักษะ (P) จิตพิสัย (A)	4.67	4.67	5	4.67	5	5	5	5	4.88	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	4.67	5	5	5	4.67	5	4.67	4.67	4.84	0.18	เหมาะสมมากที่สุด
<b>3. เนื้อหา/สาระสำคัญ</b>											
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้จุดประสงค์การ เรียนรู้	5.00	5	4.67	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	5.00	4.67	5	5	5	4.67	5	4.67	4.88	0.17	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8			
3.3 มีความชัดเจนความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	4.75	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 เรียงลำดับความยากง่าย	4.67	5	5	5	5	4.67	5	5	4.92	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
3.5 เหมาะสมกับสัดส่วนในชั้นเรียน	5.00	4.67	4.67	5	4.67	5	4.67	5	4.84	0.18	เหมาะสมมากที่สุด
<b>4. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>											
4.1 เป็นลำดับขั้นตอนตามกระบวนการ	5.00	5	5	4.67	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับแบบทางการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	5	4.67	4.79	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สนับสนุนผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง	5.00	4.67	5	4.67	5	4.67	5	5	4.88	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 ใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	5	5	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
<b>5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>											
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	5.00	5	4.67	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้อยู่อาศัยที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8			
5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.75	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 มีความทันสมัย เป็นปัจจุบัน	4.67	5	5	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
<b>6. การวัดผลและประเมินผล</b>											
6.1 ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5	5	5	5	5	4.67	4.67	4.92	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับกระบวนการ กิจกรรมการเรียนการสอน	5.00	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	5	4.84	0.18	เหมาะสมมากที่สุด



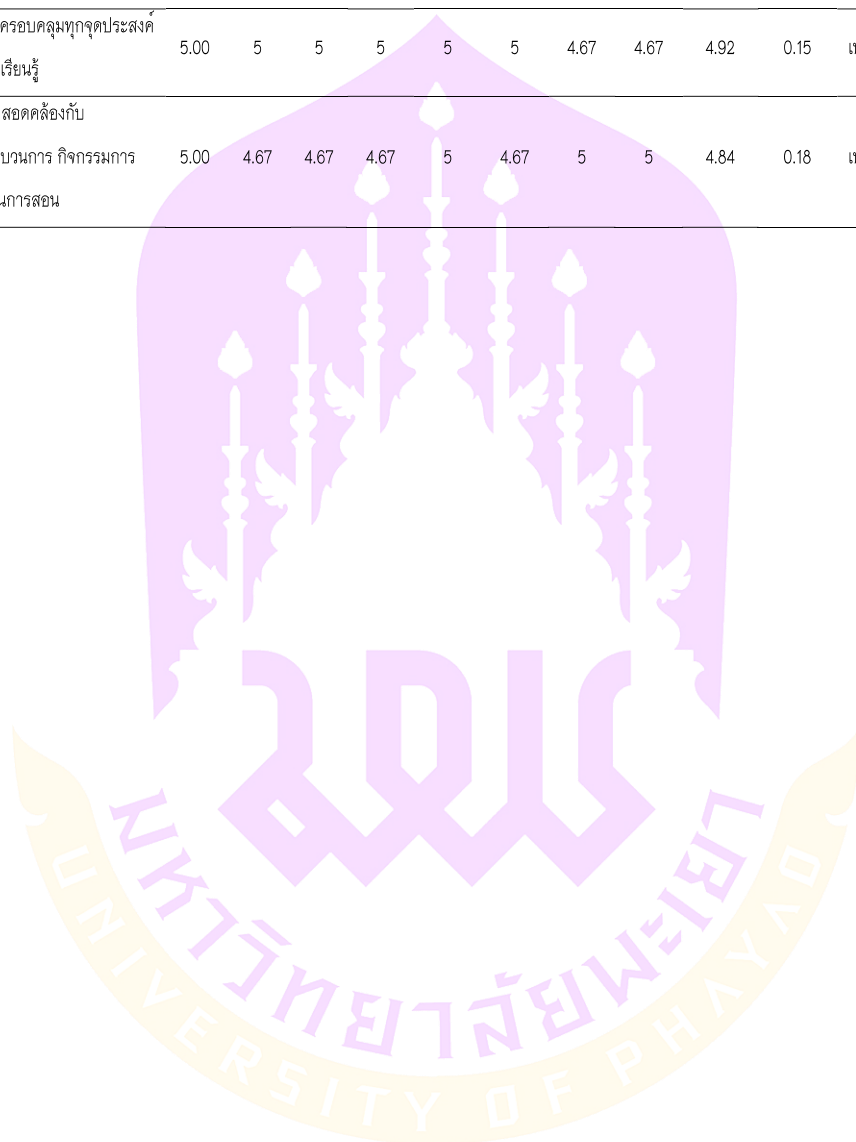
2. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน 10 ชั่วโมง

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8			
<b>1. สาระการเรียนรู้</b>											
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตร สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>											
2.1 สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้ที่คาดหวัง	5.00	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	4.67	4.75	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ (K) ทักษะ (P) จิตพิสัย (A)	4.67	4.67	5	4.67	5	5	5	5	4.88	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	4.67	5	5	5	4.67	5	4.67	4.67	4.84	0.18	เหมาะสมมากที่สุด
<b>3. เนื้อหา/สาระสำคัญ</b>											
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5.00	5	4.67	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	5.00	4.67	5	5	5	4.67	5	4.67	4.88	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 มีความชัดเจนความ ถูกต้องของเนื้อหา	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	4.75	0.15	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8			
3.4 เรียงลำดับความยากง่าย	4.67	5	5	5	5	4.67	5	5	4.92	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
3.5 เหมาะสมกับสัดส่วนในชั้นเรียน	5.00	4.67	4.67	5	4.67	5	4.67	5	4.84	0.18	เหมาะสมมากที่สุด
<b>4. กระบวนการจัดการเรียนรู้</b>											
4.1 เป็นลำดับขั้นตอนตามกระบวนการ	5.00	5	5	4.67	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับแบบทางการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	5	4.67	4.79	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สนับสนุนผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง	5.00	4.67	5	4.67	5	4.67	5	5	4.88	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 ใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	5	5	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
<b>5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>											
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	5.00	5	4.67	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.75	0.15	เหมาะสมมากที่สุด



รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8			
5.3 มีความทันสมัย เป็นปัจจุบัน	4.67	5	5	5	5	5	5	5	4.96	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
<b>6. การวัดผลและประเมินผล</b>											
6.1 ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5	5	5	5	5	4.67	4.67	4.92	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับกระบวนการ กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	5.00	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	5	4.84	0.18	เหมาะสมมากที่สุด



3. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

#### 4. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผล	สรุป
1	0.57	0.33	ใช้ได้	เลือกไว้
2	0.63	0.20	ใช้ได้	เลือกไว้
3	0.77	0.20	ใช้ได้	เลือกไว้
4	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกไว้
5	0.60	0.27	ใช้ได้	เลือกไว้
6	0.37	0.20	ใช้ได้	เลือกไว้
7	0.37	0.60	ใช้ได้	เลือกไว้
8	0.57	0.20	ใช้ได้	เลือกไว้
9	0.23	0.20	ใช้ได้	เลือกไว้
10	0.40	0.27	ใช้ได้	เลือกไว้
11	0.63	0.47	ใช้ได้	เลือกไว้
12	0.37	0.47	ใช้ได้	เลือกไว้
13	0.43	0.33	ใช้ได้	เลือกไว้
14	0.33	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
15	0.43	0.20	ใช้ได้	เลือกไว้
16	0.30	0.47	ใช้ได้	เลือกไว้
17	0.20	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
18	0.33	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
19	0.50	-0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
20	0.43	0.20	ใช้ได้	เลือกไว้
21	0.40	0.00	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
22	0.43	0.47	ใช้ได้	เลือกไว้
23	0.37	0.33	ใช้ได้	เลือกไว้
24	0.33	0.27	ใช้ได้	เลือกไว้
25	0.30	0.33	ใช้ได้	เลือกไว้
26	0.27	0.00	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
27	0.37	-0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
28	0.27	0.53	ใช้ได้	เลือกไว้
29	0.50	0.33	ใช้ได้	เลือกไว้
30	0.43	-0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
31	0.37	-0.20	ใช้ไม่ได้	ตัดออก

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผล	สรุป
32	0.43	0.33	ใช้ได้	เลือกไว้
33	0.40	0.27	ใช้ได้	เลือกไว้
34	0.17	0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดออก
35	0.33	0.40	ใช้ได้	เลือกไว้

5. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ราชวิทยาลัยการเคหกรรมที่แบบโพรเจกไทล์

Reliability Statistics	
Cronbach's	
Alpha	N of Items
.788	25

6. ผลตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบเจตคติของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	คะแนน	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	คะแนน	แปลผล
	1	2	3	4	5			
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

#### 6. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

Reliability Statistics	
Cronbach's	
Alpha	N of Items
.868	30



ภาคผนวก ง คะแนนจากการทดลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)
3. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)



1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

		Paired Samples Test								
		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference					
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)	
Pair 1	Pretest-Posttest	4.31	2.51	0.42	3.45	5.18	10.19	34.00	0.00	

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

		Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
Post-test	Equal variances assumed	1.83	0.18	3.46	68	0.00	1.94	0.56	0.82	3.06	
	Equal variances not assumed			3.46	67.06	0.00	1.94	0.56	0.82	3.06	

3. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

		Independent Samples Test								
				t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
				t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Attitude	Equal variances assumed	8.46	0.00	1.98	68.00	0.05	0.22	0.11	-0.00	0.44
	Equal variances not assumed			1.98	59.75	0.05	0.22	0.11	-0.00	0.44



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ชนภัทร บุญเพชร
วัน เดือน ปี เกิด	30 มีนาคม 2541
สถานที่เกิด	เชียงใหม่
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2563 วศ.บ. (วิศวกรรมวัสดุ), มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย
ที่อยู่ปัจจุบัน	149/2 หมู่ 5 ต.ยางน่อง อ.สารภี จ.เชียงใหม่ 50140
ผลงานตีพิมพ์	ชนภัทร บุญเพชร และอาภาพรพรณ ประทุมไทย. (2567). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ร่วมกับสื่อการสอนด้วยโปรแกรม Solidworks และวิธีการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ (5E). วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น มนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์, 10(1), 141-154.

