



การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การ
จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

วิทยานิพนธ์

ของ

ภาณุพงศ์ พาดิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การ
จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

วิทยานิพนธ์

ของ

ภาณุพงศ์ พาดิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF SCIENCE PROCESS SKILLS AND LEARNING ACHIEVEMENT
OF MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS ON THE TOPIC OF CURVED MOTION
USING STUDENT TEAMS–ACHIEVEMENT DIVISION (STAD)
COOPERATIVE LEARNING TECHNIQUE INTEGRATED
WITH GRAPHIC ORGANIZERS

BY

PARNUPONG PARDEE

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

The Master of Education Degree in Science Teaching

At Sakon Nakhon Rajabhat University

May 2022

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ ภาณุพงศ์ พาดิ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาลี) (ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธรรมสาร) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ
(ดร.สกลรัตน์ พันธุ์สันต์) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....
(ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 18 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะความเมตตาและความกรุณาจาก
ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำให้แก่ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ
ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี
ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.हररชกร วรรัตนสาร นายจิระวัฒน์
สุขศรี และนายณัฐกร นันทแพง ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือต่าง ๆ
ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ดร.วิชัย มั่นพลศรี ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนแพง
เจียรนวนนท์อุทิศ 5 คณะครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนวนนท์อุทิศ 5
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการ
ทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ
และเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณ
ของบิดา มารดา บุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ภาณุพงศ์ พาศิ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
ผู้วิจัย	ภาณุพงศ์ พาดิ
กรรมการที่ปรึกษา	ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนบ้านโนนแพง เขียวรวนนทอุทิศ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัย พบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.94/77.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และ 23.27 คะแนน ตามลำดับ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.07 และ 23.40 คะแนน ตามลำดับ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ, เทคนิค STAD, ผังกราฟิก

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE	Development of Science Process Skills and Learning Achievement of Mathayomsuksa 4 Students on the Topic of Curved Motion using Student Teams–Achievement Division (STAD) Cooperative Learning Technique Integrated with Graphic Organizers
AUTHOR	Parnupong Pardee
ADVISORS	Dr. Kulwadee Suwanatrai Dr. Arunrat Khamhaengpol
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2022

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) develop lesson plans based on the student teams–achievement division (STAD) cooperative learning technique integrated with graphic organizers on the topic of Curved Motion to meet the efficiency criteria of 75/75, 2) compare students’ science process skills before and after the intervention, 3) compare students’ learning achievement before and after the intervention, and 4) examine the satisfaction of students toward the developed learning activity management. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 30 students from Mathayomsuksa 4/1 at Ban Phon Phaeng Chiarvanon Uthit 5 School under Sakon Nakhon Primary Educational Service Area Office 1, in the second semester of the academic year 2021. The research instruments included 1) lesson plans based on the STAD cooperative learning technique integrated with graphic organizers, 2) a science process skills test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t–test for Dependent Samples.

The results were as follows:

1. The efficiency of lesson plans based on the STAD cooperative learning technique integrated with graphic organizers on the topic of Curved Motion was

76.94/77.78, which was higher than the defined criteria of 75/75.

2. The science process skills of the students before and after the intervention achieved 4.83 and 23.27 points on average, respectively. The science process skills after intervention were higher than those before the intervention at the .01 level of significance.

3. The learning achievement of the students before and after the intervention achieved 3.07 and 23.40 points on average, respectively. The learning achievement after the intervention was higher than that before the intervention at the .01 level of significance.

4. The satisfaction of the students toward the developed learning activity management was at the highest level ($\bar{X} = 4.57$).

Keywords: Cooperative Learning Management, Student Teams Achievement Division Technique (STAD), Graphic Organizers, Science Process Skills, Learning Achievement

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้	
วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560	17
ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์	17
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	17
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	18
คุณภาพผู้เรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)	22
สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์	
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2	24
คำอธิบายรายวิชา	40
แผนการจัดการเรียนรู้	43
ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้	43
ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้	45
ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้	46
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	47

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)	49
ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ	49
องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ	50
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ	51
ข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ	52
การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Team Achievement Divisions) ..	55
ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD	55
ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD	56
ข้อดีและประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD	57
ผังกราฟิก	59
ความหมายของผังกราฟิก	59
รูปแบบของผังกราฟิก	60
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก	69
ข้อจำกัดของการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก	73
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	74
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	74
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	75
ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	78
การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	82
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	83
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	83
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	84
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	86
ความพึงพอใจ	87
ความหมายของความพึงพอใจ	87
ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ	89

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
การวัดความพึงพอใจ	91
แนวทางในการสร้างความพึงพอใจ	92
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	93
งานวิจัยในประเทศ	93
งานวิจัยต่างประเทศ	99
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	103
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	103
แบบแผนของการวิจัย	104
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	104
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ	105
การเก็บรวบรวมข้อมูล	119
การวิเคราะห์ข้อมูล	120
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	121
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	125
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	125
การวิเคราะห์ข้อมูล	126
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	126
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	137
ความมุ่งหมายของการวิจัย	138
สมมติฐานของการวิจัย	138
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	139
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	139
วิธีการดำเนินการวิจัย	140
การวิเคราะห์ข้อมูล	141
สรุปผลการวิจัย	142
อภิปรายผลผลการวิจัย	142

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ข้อเสนอแนะ	146
บรรณานุกรม	149
ภาคผนวก	161
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ/หนังสือขอความอนุเคราะห์/หนังสือรับรอง จริยธรรมในมนุษย์	163
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ	167
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	187
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	201
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	225
ประวัติย่อของผู้วิจัย	287

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์ มาตรฐานข้อที่ 1	25
2 หน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2	42
3 แสดงหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง	43
4 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	79
5 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)	104
6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ กิจกรรมการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภาระชิ้นงาน และเครื่องมือ/การวัดผล สาระฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	106
7 แสดงสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลา	109
8 เปรียบเทียบจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	114
9 เปรียบเทียบจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	117
10 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	127
11 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	128
12 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ ผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	128

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
13 การเปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง	129
14 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	130
15 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง	131
16 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหา ตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้ได้)	173
17 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ ผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ	174
18 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้ได้)	177
19 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	178
20 แสดงคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	179
21 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ใช้สูตรคำนวณ KR-20	180

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
22 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้ได้)	181
23 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง	182
24 แสดงคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	183
25 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ใช้สูตรคำนวณ KR-20	184
26 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง (ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป)	185
27 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	189
28 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	191
29 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	193
30 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	195
31 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง	197

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
2 ผังมโนทัศน์ หรือผังความคิดรวบยอด	61
3 แผนที่ความคิด	62
4 แผนภาพใยแมงมุม.....	63
5 แผนภาพความสัมพันธ์แบบโครงสร้างต้นไม้	64
6 แผนภาพวงแหวนไดอะแกรม	65
7 แสดงลักษณะข้อมูลที่เหมือนกันและต่างกัน	65
8 แผนภูมิแบบขั้นบันได	66
9 แผนภาพวงจรหรือแผนภูมิแบบวัฏจักร	67
10 แผนผังก้างปลา	67
11 แผนผังแสดงลำดับชั้นการดำเนินงาน	68
12 แผนภูมิเป้าหมาย (Target)	69
13 กิจกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ทำประลองยิงไกล	134
14 การทำการทดลอง เรื่อง เหยี่ยวโหนตักก่อนกัน	135
15 ตัวอย่างผลงานผังกราฟิกของนักเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในระดับเดียวกัน	136
16 ตัวอย่างผลงานผังกราฟิกของนักเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	136

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกในปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านเศรษฐกิจ เทคโนโลยี การสื่อสาร การขนส่ง การค้า และอื่น ๆ มนุษย์จึงต้องปรับตัว และพัฒนาให้เป็นประชากรที่มีศักยภาพและคุณภาพในการขับเคลื่อนและพัฒนาประเทศต่อไป เรื่องสำคัญที่ต้องเตรียมคนรุ่นใหม่ให้มีทักษะศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ประกอบด้วย การมีทักษะการคิด การสื่อสาร การร่วมมือ และการมีความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพ เพื่อให้สามารถปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, หน้า 49) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาจากการยกระดับคุณภาพการศึกษา การเรียนรู้และพัฒนา การเตรียมความพร้อมของประเทศในด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม โดยมุ่งเน้น การสนับสนุนการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี การพัฒนาผู้ประกอบการให้เป็นผู้ประกอบการทางเทคโนโลยี การพัฒนาและยกระดับโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ให้ตอบสนอง การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560, หน้า 1-17) แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 จึงได้มีการกำหนด ยุทธศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัย และการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้คนทุกช่วงวัย มีทักษะความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะตามมาตรฐานการศึกษาและมาตรฐานวิชาชีพในโลกศตวรรษที่ 21 และพัฒนาคุณภาพชีวิตได้ตามศักยภาพ มีคุณธรรม จริยธรรม มีวินัย จิตสาธารณะ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 95)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและอาชีพการทำงานต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เพื่อใช้อำนวยความสะดวก

ในชีวิตประจำวันและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย สามารถสืบเสาะหาความรู้ และคิดแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผน ดังนั้นทุกคนต้องรู้ให้เท่าทันวิทยาศาสตร์ เพื่อนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 92)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้มีทั้งความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จัดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการสังเกต การเลือกเครื่องมือในการวัด การประมาณการวัด การบันทึกข้อมูล การสร้างแบบทดสอบสมมติฐาน การจัดการกระทำข้อมูล การตีความหมายข้อมูล ที่ได้จากการทดลองและการสรุป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545, หน้า 24) ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ คือ เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต พัฒนาระบบการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ เป็นผู้ที่มีจิตวิทยา

ศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3)

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนวนท์อุทิศ 5 พบว่า การเคลื่อนที่แนวโค้ง เป็นเรื่องหนึ่งที่เป็นปัญหาในการเรียน จากการที่ได้ศึกษารายงานผลการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ถามได้หรือวิเคราะห์ขั้นตอนการแสดงวิธีคิดหาคำตอบได้ในเกณฑ์ขั้นต่ำ โดยจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้ระดับคะแนนเฉลี่ย 26.46 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับเขตพื้นที่และระดับชาติคือ 29.37 เมื่อแยกย่อยแต่ละสาระพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนรายวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 61.35 ต่ำกว่าเกณฑ์นโยบายของโรงเรียนที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561, หน้า 12) อาจเป็นผลมาจากบทเรียนมีเนื้อหาเยอะและมีความยาก เวลาที่ใช้ในการเรียนมีน้อยส่งผลให้การจัดการเรียนเนื้อหาหลัก ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่ได้ลงมือทำแบบฝึกหัดมากนัก โดยนักเรียนมักจะท่องจำเนื้อหามากกว่าการฝึกทำแบบฝึกหัดด้วยตัวเองและไม่มี ความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบด้วยตัวเองจึงทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจหลักการของเรื่องที่เรียนและทักษะในการแก้โจทย์ไม่เพียงพอสำหรับการสอบในแต่ละครั้ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ออกมาจึงอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่านโยบายของโรงเรียนที่ตั้งไว้

ผู้วิจัยสนใจการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษามากที่สุด โดยอาศัยการร่วมมือกัน ช่วยเหลือกัน และแลกเปลี่ยนความรู้กัน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Team Achievement Divisions) เป็นการจัดการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสำเร็จในการเรียนรู้ โดยครูมีการสอนเนื้อหาความรู้ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจก่อน อาจใช้หนังสือเรียน หรือใบความรู้เป็นสื่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มในการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยกลุ่มนั้นต้องประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ร่วมกันศึกษาหาความรู้ในบทเรียน ช่วยเหลือและให้กำลังใจต่อกัน นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมีความผูกพันกัน โดยยึดหลักความสำเร็จของกลุ่มคือ

ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม (ทีศนา แชมมณี, 2552, หน้า 265-271)
 ผลการศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้
 วิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมี
 ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม โดยรวมอยู่ในระดับมาก (วาสนา ศิริจันทร์,
 2557, หน้า 98-99)

นอกจากนี้การนำผังกราฟิกเข้ามาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 เทคนิค STAD ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้การจดบันทึกที่พัฒนาขึ้นจากความรู้อะสมอง
 และความทรงจำของมนุษย์ ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้ รวบรวม บันทึก
 และสรุปความรู้ ความคิด โดยเริ่มจากความคิดหลักหรือหัวเรื่องแล้วแยกออกไปเป็น
 ความคิดรองและความคิดย่อย ๆ อย่างเป็นระบบ เป็นการทำงานร่วมกันของสมองซีกซ้าย
 และซีกขวา (ธัญญา ผลอนันต์ และขวัญฤดี ผลอนันต์, 2543, หน้า 1) ผลการพัฒนา
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วัฏ
 จักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์ของ
 โลกและเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมี
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน (ศิริพรรณ คุณพระเนตร, 2559,
 หน้า 92) และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปัทมวัฒน์ อินทร์เจริญ (2559, หน้า 111)
 เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
 ความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน
 โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียน

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
 ร่วมกับผังกราฟิก มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาถึงผลการเรียนรู้
 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายตามที่หลักสูตรกำหนด

คำถามของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัย ไว้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 หรือไม่
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก มีความรู้ความเข้าใจ และเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. เป็นแนวทางสำหรับครูในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ในระดับชั้นอื่น ๆ และกลุ่มสาระอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาวิทยานิพนธ์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีเนื้อหา ดังนี้

1.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.1.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว

1.1.2 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวตั้งด้วยความเร่งคงตัว

1.1.3 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

1.2.1 การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ (อัตราเร็วคงตัว)

1.2.2 การโคจรของดาวเทียม

1.2.3 การเคลื่อนที่ของรถยนต์และจักรยานยนต์บนทางโค้งราบ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนนท์อุทิศ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สกลนคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 30 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 31 คน รวมทั้งหมด 61 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนนท์อุทิศ 5 มีนักเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่าง แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ภายในห้องเรียนเดียวกันประกอบด้วยนักเรียนที่คละเทศ และคละความสามารถทางการเรียน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

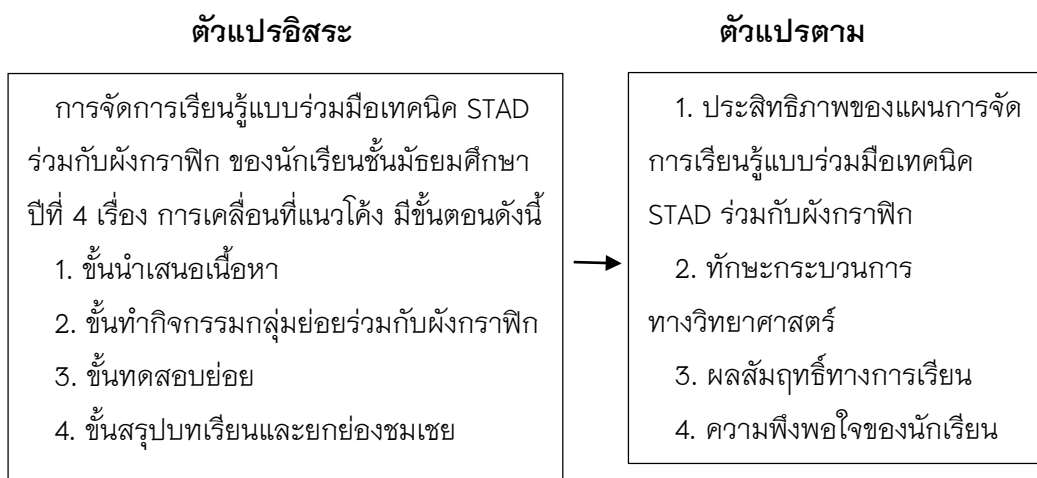
3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลาในการวิจัยรวม 18 ชั่วโมง โดยไม่นับรวมเวลาปฐมนิเทศ และการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเชิงทดลองการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก โดยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

นิตยาคมศัพท์เฉพาะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิตยาคมศัพท์เฉพาะ ไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่ครูให้ความรู้กับนักเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มย่อย โดยกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน นักเรียนที่เรียนปานกลาง 1-2 คน และนักเรียนที่เรียนอ่อน 1 คน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ขั้นนำเสนอเนื้อหา (Class Presentation) ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นครูสอนเนื้อหาใหม่ให้กับนักเรียนทั้งชั้น

1.2 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย (Teams Study) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน แล้วร่วมกันศึกษาจากกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเหลือกันทำกิจกรรม นักเรียนเก่งจะอธิบายให้นักเรียนอ่อนฟัง

1.3 ขั้นทดสอบย่อย (Quiz's) นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่สามารถช่วยเหลือกันได้

1.4 ขั้นสรุปบทเรียนและยกย่องชมเชย (Team Recognition) สรุปเนื้อหาและยกย่องชมเชยกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชย หรือรางวัล

2. ผังกราฟิก หมายถึง การจัดระบบความคิดออกมาเป็นเส้นหรือรูปภาพ เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นมาจัดระบบ และช่วยให้การถ่ายทอดความคิด หรือความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ เป็นไปได้ง่าย ทำให้เกิดการจดจำในสิ่งที่เรียนรู้ได้นานโดยใช้เทคนิคทางผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้ ผังกราฟิกมีหลายชนิด ได้แก่ ผังก้างปลา ผังวัฏจักร ผังใยแมงมุม ผังเรียงลำดับ เป็นต้น

3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยครูให้ความรู้กับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน สมาชิกในกลุ่มแต่ละความสามารถ โดยประกอบด้วย นักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน นักเรียนที่เรียนปานกลางกลุ่ม 1-2 คน และนักเรียนที่เรียนอ่อน 1 คน ทำกิจกรรมร่วมกัน และสรุปความรู้ที่ได้ในรูปแบบผังกราฟิก เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย และแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 ขั้นนำเสนอเนื้อหา (Class Presentation) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม แจ้างจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นครูสอนเนื้อหาใหม่ตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ให้กับนักเรียนทั้งชั้น

3.2 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อยร่วมกับผังกราฟิก แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน ทดลองความสามารถ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาที่ครูสอน แล้วทำการศึกษาจากกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมในรูปผังกราฟิก โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเหลือกันทำกิจกรรม นักเรียนเก่งจะอธิบายให้นักเรียนอ่อนฟัง

3.3 ขั้นทดสอบย่อย (Quiz's) นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบย่อยเรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ตามที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนด้วยตนเอง ไม่สามารถช่วยเหลือกันได้

3.4 ขั้นสรุปบทเรียนและยกย่องชมเชย (Team Recognition) นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ตามที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน และยกย่องชมเชยกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชย หรือรางวัล

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

เกณฑ์ 75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการทำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบหลังแผนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ใบบงาน ใบกิจกรรม และชิ้นงาน

เกณฑ์ 75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนจบครบหน่วย

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) หมายถึง ความชำนาญและความสามารถของนักเรียน ที่ใช้กระบวนการทางปัญญาในการแสดงความคิดเห็นและปฏิบัติอย่างคล่องแคล่ว มีเหตุผล สามารถค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน และแก้ปัญหาได้ ประกอบด้วย 13 ทักษะ ดังนี้

5.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถใช้อวัยวะรับสัมผัสต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เพื่อหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไป

5.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถเลือกและใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว มีหน่วยที่ใช้วัดกำกับ ตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง ในการวัดจะต้องพิจารณาว่า จะวัดอะไร จะใช้เครื่องมืออะไรวัด เหตุใดจึงใช้เครื่องมือ นั้น จะวัดอย่างไร

5.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถจำแนกหรือจัดจำพวกวัตถุหรือเหตุการณ์ เป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กัน อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และระหว่างสเปสกับเวลา (สเปส คือ ที่ว่าง)

5.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส หมายถึง ความสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

5.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถบอกทิศทางตำแหน่งของวัตถุในเวลาต่าง ๆ กัน ตลอดจนบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5.5 ทักษะการคำนวณ หมายถึง การหาผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากการวัด โดยใช้วิธีการบวก ลบ คูณ และหาร

5.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลมาจัดกระทำแล้วนำเสนอในรูปแบบใหม่ เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นอีกรูปแบบใหม่ที่

สามารถแสดงหรือนำเสนอมีหลายรูปแบบ เช่น ตาราง แผนภูมิ วงจร กราฟ สมการ บรรยาย และผังกราฟิก

5.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถ เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ใส่ความคิดเห็นส่วนตัว ซึ่งอาจได้มาจาก ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม หรือเหตุผลต่าง

5.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การทำนายผล เหตุการณ์ หรือ สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนาย

5.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถทำนายผล เหตุการณ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยไม่ทราบหรือไม่มีความสัมพันธ์ของข้อมูล กฎ หลักการ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนาย หรืออาจพยากรณ์ โดยอาศัยประสบการณ์ หรือความรู้เดิม หรือ อาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูล

5.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การระบุ ความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้ แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่ นิยามเชิงปฏิบัติการได้ และสามารถบ่งชี้ ตัวแปรหรือคำที่ต้องการใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้

5.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปร ต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้ ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม สร้างวิธีการทดสอบ หาผลที่เกิดจาก ตัวแปรต้นหนึ่งตัว หรือหลายตัวได้ บอกได้ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ ในการทดลอง ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันในทุกกรณี บอกได้ว่าสภาพการณ์อย่างไรที่ทำให้ตัวแปรมีความคงที่ และสภาพการณ์อย่างไรไม่ทำให้ ค่าตัวแปรคงที่

5.12 ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถลงมือปฏิบัติด้วย วิธีใด ๆ เพื่อให้ได้คำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

5.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถวางแผน การทดลองก่อนการทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถ ดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลอง เพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

5.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ความสามารถปฏิบัติ
การทดลองจริงได้

5.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถจดบันทึก
ข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

5.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง
ความสามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่
โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้
สร้างขึ้น เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง จำนวน 30 ข้อ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมหรือความสามารถ
ของผู้เรียนที่ผู้เรียนแสดงออกหลังจากการจัดการเรียนการสอนคุณลักษณะความรู้
ความสามารถและประสบการณ์ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นผลให้บุคคล
เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัด
คะแนนความรู้ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียน เรื่อง
การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
จำนวน 30 ข้อ โดยวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ 6 ด้าน คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ
3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) การประเมินค่า

7. ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกพอใจที่มีต่อการได้ร่วม
ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนจนบรรลุผลหรือเป้าหมายในการเรียนรู้ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับผังกราฟิก
เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วน
ประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้
ด้านการวัดและประเมินผล โดยการประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค
STAD ร่วมกับผังกราฟิก

8. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านโพนแพง
เจียรนวนท์อุทิศ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศงขลา เขต 1
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ซึ่งผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลรวบรวมเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับสนับสนุนงานวิจัย และเป็นแนวทางดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560
 - 1.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.4 คุณภาพผู้เรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)
 - 1.5 สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2
 - 1.6 คำอธิบายรายวิชา
2. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.3 ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.4 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
 - 3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.2 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.4 ข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

4. การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Team Achievement Divisions)
 - 4.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
 - 4.2 ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
 - 4.3 ข้อดีและประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
5. ผังกราฟิก
 - 5.1 ความหมายของผังกราฟิก
 - 5.2 รูปแบบของผังกราฟิก
 - 5.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก
 - 5.4 ข้อจำกัดของการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.3 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.4 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. ความพึงพอใจ
 - 8.1 ความหมายความพึงพอใจ
 - 8.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
 - 8.3 การวัดความพึงพอใจ
 - 8.4 แนวทางในการสร้างความพึงพอใจ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561, หน้า 1-62) กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ไว้ดังนี้

1. ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ได้มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกยุคปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ได้ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูล หรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัด

ในการศึกษาวិชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ที่ใช้ใน ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง หน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ มาตรฐาน ว 1.1-ว 1.3 สำหรับผู้เรียนในระดับ ประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่

4-6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ ว 2.1-ว 2.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม พายุอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ มาตรฐาน ว 3.1-ว 3.2 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำเนินชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนาอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

หมายเหตุ ว 8.1 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 129-131)

สาระชีววิทยา

มาตรฐานข้อที่ 1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยา และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กัล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐานข้อที่ 2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดีเอ็นเอโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทาง DNA หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวเบอร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทฤษฎาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจาก การใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

หมายเหตุ มาตรฐาน ว 4.1-ว 4.5 สำหรับผู้เรียนในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระเคมี

มาตรฐานข้อที่ 1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุ
ในตารางธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติ
ของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณ
สัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและ
ปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณ
สาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของ
สารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ใน
ชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

หมายเหตุ มาตรฐานข้อที่ 1-3 สำหรับผู้เรียนในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระฟิสิกส์

มาตรฐานข้อที่ 1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการ
วัด การเคลื่อนที่แนวโค้ง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล
แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม
และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น
ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 3 เข้าใจเรื่องไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า
ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงาน
ไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก
แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และกฎ
ของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้
ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยน อุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันใน ของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส แรงตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหล อุดมคติ และสมการแบร์นูลลี ปฏิกิริยาการณไฟโตอิเล็กทรอนิกส์ ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ มาตรฐานข้อที่ 1-4 สำหรับผู้เรียนในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐานข้อที่ 1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานข้อที่ 2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียน ของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐานข้อที่ 3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของ ดาราศาสตร์กับมนุษย์จัดการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมท้องฟ้าและปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

หมายเหตุ มาตรฐานข้อที่ 1-3 สำหรับผู้เรียนในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

จากสาระการเรียนรู้แกนกลางทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์ มาศึกษาวิจัย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

4. คุณภาพผู้เรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพหุศตวรรษ 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ฟิสิกส์ ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียน หลังจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 131-134)

4.1 เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษา

คุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

4.2 เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

4.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม

สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

4.4 เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง

มวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

4.5 เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน

การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรัชญาการณที่เกี่ยวกับเสียง สัมผัสการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

4.6 เข้าใจการแบ่งชั้น และสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบ

การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

4.7 เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรง

คอริโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียน

ของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติ เพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปล ความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

4.8 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด

คุณภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้าง และองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่าง กับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการ และการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบ สุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

5. สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

สาระฟิสิกส์

มาตรฐานข้อที่ 1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวโค้ง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีรายละเอียดดังตาราง 1-3

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์ มาตรฐานข้อที่ 1

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม. 4	1. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อ การแสวงหาคำรู้ใหม่ และการพัฒนาเทคโนโลยี	<p>1. ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ</p> <p>2. การค้นคว้าหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ คำรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที้อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต</p> <p>3. ประวัติความเป็นมา และพัฒนาการของหลักการ และแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการแสวงหาคำรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนา และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็มีส่วนในการค้นหาคำรู้ใหม่ ทางวิทยาศาสตร์ด้วย</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>2. วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง</p>	<p>1. ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการทดลองซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ซึ่งประกอบด้วยตัวเลข และหน่วยวัด</p> <p>2. ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อมหน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์คือระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ</p> <p>3. การทดลองทางฟิสิกส์เกี่ยวกับการวัดปริมาณต่าง ๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จากการวัดด้วยจำนวนเลขนัยสำคัญที่เหมาะสมและค่าความคลาดเคลื่อน การวิเคราะห์และการแปลความหมายจากกราฟ เช่น การหาความชันจากกราฟเส้นตรง จุดตัดแกน พื้นที่ใต้กราฟ เป็นต้น</p> <p>4. การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมี ความคลาดเคลื่อนเสมอขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัด และประสบการณ์ของผู้วัด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดงในการรายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>5. การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น การวัดความยาวของวัตถุที่ต้องการความละเอียดสูงอาจใช้เวอร์เนีย แคลลิเปอร์ส หรือไมโครมิเตอร์</p> <p>6. ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าและการสื่อสาร</p>
	<p>3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>1. ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็วและความเร่งมีทั้งค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่ง ซึ่งคิดในช่วงเวลาสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัวมีความสัมพันธ์ตามสมการ</p> $v = u + at$ $\Delta x = \left\{ \frac{u+v}{2} \right\} t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>2. การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ สามารถเขียนอยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟความเร็วกับเวลาหรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็ว ความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และพื้นที่ใต้เส้นกราฟ ความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็ว ความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต</p> <p>3. การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่แนวตรงที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก</p>
	<p>4. อธิบายแรง รวมทั้ง ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน</p>	<p>1. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงมีทั้งขนาดและทิศทาง กรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรงกระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้วิธีเขียนเวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรงและวิธีคำนวณ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>5. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>1. สมบัติของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย</p> <p>2. การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ สามารถเขียนเป็นแผนภาพวัตถุอิสระได้</p> <p>3. กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน</p> <p>4. กรณีที่มีแรงภายนอกมากระทำ โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมีความเร่งโดย ความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$ <p>ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>5. เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม และกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่าแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้</p>
	<p>6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>1. แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงที่มวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกันด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้าม และเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากลเขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ <p>2. รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วง ซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>7. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาลัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<p>1. แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อนในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับลัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ</p> <p>2. ขณะออกแรงพยายามแต่วัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงพยายามที่กระทำต่อวัตถุ นั้น และแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานนี้ว่า แรงเสียดทานสถิต</p> <p>แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลังเคลื่อนที่เรียกว่าแรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่ หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ</p> $f_s \leq \mu_s N$ $f_k \leq \mu_k N$ <p>3. การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>8. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุเขียนแผนภาพวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง</p>	<p>1. สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิมคือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว</p> <p>2. วัตถุจะสมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ <p>3. วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ <p>โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ</p> $M = Fl$ <p>4. เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		5. การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์ และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล
	9. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ	1. เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน 2. วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน ศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ
	10. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย	1. งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณของขนาดของแรงและขนาดของการกระจัดกับโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F \Delta x \cos \theta$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงในแนวการเคลื่อนที่กับตำแหน่ง โดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		2. งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ยดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$
	11. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์	1. พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน 2. พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่คำนวณได้จากสมการ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 3. พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง หรือรูปร่างของวัตถุแบ่งออกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วงคำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_{ps} = \frac{1}{2}kx^2$ 4. พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_p + E_k$ 5. แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>6. งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กันโดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $W = \Delta E_k$</p>
	<p>12. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล</p>	<p>1. ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_p + E_k = \text{ค่าคงตัว}$ โดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์</p> <p>2. กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก</p>
	<p>13. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมมูลกล รวมทั้งคำนวณ ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล</p>	<p>1. การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และ ล้อกับเพลลา ใช้หลักของงานและสมมูลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		$\text{Efficiency} = \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} \times 100\%$ <p>การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จาก สมการ</p> $\text{M.A.} = \frac{F_{\text{out}}}{F_{\text{in}}} = \frac{S_{\text{in}}}{S_{\text{out}}}$
	<p>14. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุและการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม</p>	<p>1. วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ดังสมการ</p> $\vec{p} = m\vec{v}$ <p>2. เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปโดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ</p> <p>3. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดลตามสมการ</p> $\vec{I} = \left(\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right) \Delta t$ <p>ซึ่งการดล อาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงดลกับเวลา</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>15. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการตีตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม</p>	<p>1. ในการชนกันของวัตถุและการตีตัวออกจากกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $\vec{P}_i = \vec{P}_f$ <p>โดย \vec{P}_i เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ \vec{P}_f เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน</p> <p>2. ในการชนกันของวัตถุ พลังงานจลน์ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น</p>
	<p>16. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์</p>	<p>1. การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับพร้อมกันและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำ จึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ตามสมการ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		$v_y = U_y + a_y t$ $\Delta y = \left(\frac{u_y + v_y}{2} \right) t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ <p>ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับ ไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา มีความสัมพันธ์ตามสมการ</p> $\Delta x = u_x t$
	<p>17. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม</p>	<p>1. วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลมเรียกว่า วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ</p> $F_c = \frac{mv^2}{r}$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>2. นอกจากนี้การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ</p> $v = \omega r$ <p>และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ</p> $F_c = m\omega^2 r$ <p>3. ดาวเทียมที่โคจรในแนววงกลมรอบโลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลก หรือมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมของต่อตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมจึงอยู่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้บนพื้นโลกตลอดเวลา</p>

6. คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาหลักการของกลศาสตร์ในเรื่องสภาพสมดุล ศูนย์กลางมวลและ ศูนย์ถ่วงสมดุลต่อการเลื่อนที่ สมดุลต่อการหมุน เสถียรภาพของวัตถุและเงื่อนไขที่ทำให้เกิดสมดุล งานเนื่องจากแรงคงตัว งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว กำลังพลังงานกล การอนุรักษ์พลังงานกล เครื่องกล โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม การดล การอนุรักษ์โมเมนตัม การชนและการตีตัวแยกจากกัน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ และการประยุกต์ใช้ความรู้ การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบายและการสรุปผล เพื่อให้ผู้เรียน เกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายสมดุลกลของวัตถุโมเมนต์และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลอง และอธิบายสมดุลของแรงสามแรง
2. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่าน ศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ
3. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับ ตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย
4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลอง หาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับ พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ โนมถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก และความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
 6. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล
 7. อธิบาย และคำนวณโมเมนต์ของวัตถุและการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้ง อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนต์
 8. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบ ยึดหยุ่น ไม่ยึดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกัน ในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม
 9. อธิบาย วิเคราะห์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
 10. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบ ราบ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม
- รวมทั้งหมด 10 ผลการเรียนรู้

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
4	สมดุลกล <ul style="list-style-type: none"> - สมดุลกล - ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง - สมดุลต่อการเลื่อนที่ - สมดุลต่อการหมุน - เสถียรภาพของวัตถุ 	11
5	งานและพลังงาน <ul style="list-style-type: none"> - งานเนื่องจากแรงคงตัว - งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว - กำลัง - พลังงานกล - การอนุรักษ์พลังงานกล - เครื่องกล 	16
6	โมเมนตัมและการชน <ul style="list-style-type: none"> - โมเมนตัม - แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม - การดล - การอนุรักษ์โมเมนตัม - การชนและการติดตัวแยกจากกัน 	15
7	การเคลื่อนที่แนวโค้ง <ul style="list-style-type: none"> - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ - การเคลื่อนที่แบบวงกลม 	18
รวม		60

หมายเหตุ จากการศึกษาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ผู้วิจัยได้นำหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง มาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ รายละเอียดดัง ตาราง 3

ตาราง 3 แสดงหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

หน่วย การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	วิธีสอน/กระบวนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วย การเรียนรู้ ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่ แนวโค้ง	1. ลักษณะของการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
	2. ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
	3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจก ไทล์เมื่อจุดเริ่มต้น และ จุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับ เดียวกัน	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
	4. ลักษณะการเคลื่อนที่ แบบวงกลม	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
	5. การเคลื่อนที่บนทางโค้ง	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
	6. การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
รวม			18

แผนการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ มีการเรียกหลายอย่างตามรูปแบบของการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงการศึกษา เช่น บันทึกรายการสอน แผนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ และแผนการเรียนรู้ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 1) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการหรือโครงการที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน เป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นระบบ และเน้นเครื่องมือ

ที่ช่วยให้ผู้สอนพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รุจิรี ภู่อาระ (2545, หน้า 159) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ผู้สอนจัดเตรียมขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2545, หน้า 49) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง วัตถุประสงค์ที่ควรพัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดในหลักสูตร

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 22) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและรายละเอียดข้อมูลที่จะต้องใช้ในการสอนของครูผู้สอนล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษร

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550, หน้า 2) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางการดำเนินการและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 213) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ และการวัดผลประเมินผล ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอน เป็นแผนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน มีกระบวนการวัดผลประเมินผลที่ผู้สอนสร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเพื่อใช้สำหรับจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ทราบว่า จะสอนเนื้อหาใด อย่างไร ใช้สื่อการเรียนอย่างไร และมีการประเมินอย่างไร

2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 2) กล่าวถึงความสำคัญของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอนว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและการเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอนการเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยี และจิตวิทยาการเรียนการสอน มาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ
2. ส่งเสริมให้ผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดและประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น
3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับครูผู้สอน และครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ
4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน รวมทั้งเป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

รุจิระ ภูสาระ (2545, หน้า 158) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นว่าจะสอนวิชาอะไร เรื่องอะไร มีวิธีการสอนอย่างไร มีอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้เพียงพอ ครบถ้วนมีเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่ชัดเจน

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2545, หน้า 409) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า การวางแผนจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางที่จะช่วยให้ผู้สอนทราบว่าในแต่ละสัปดาห์หรือแต่ละชั่วโมงครูควรสอนรายวิชาใด ขอบข่ายสาระการเรียนรู้ ครอบคลุมเรื่องราวอะไรบ้าง รวมทั้งการสำรวจสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้และสามารถทำการประเมินผลนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ ได้ตามเป้าหมาย

สรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนของครู คือ เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระที่กำหนดได้อย่างเหมาะสม ทำให้ครูสามารถเลือกใช้วิธีสอน สื่อการเรียนและการวัดผลประเมินผลที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เป็นข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน และเป็นผลงานทางวิชาการที่บ่งชี้ถึงความเชี่ยวชาญของผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

3. ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้

รุจิรี ภู่อาระ (2545, หน้า 159-160) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

3.1 ทำความเข้าใจมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้รวมทั้งแนวคิดและขอบเขตของกลุ่มสาระการเรียนรู้นี้มาเป็นกรอบในการทำแผนการจัดการเรียนรู้

3.2 เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เป็นจุดประสงค์ปลายทางที่กล่าวถึง จุดประสงค์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์จากคำอธิบายรายวิชา

3.3 เขียนโครงสร้างของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด ได้แก่ หัวข้อย่อย (จากคำอธิบายรายวิชาและหนังสืออ้างอิง) จำนวนตามในแต่ละหัวข้อย่อย และสาระสำคัญที่เน้นความคิดรวบยอด/หลักการ/ทักษะ/ลักษณะนิสัย

3.4 สร้างแผนการเรียนรู้

รายละเอียดการเขียนในแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

3.4.1 สาระสำคัญ หมายถึง ข้อความที่เป็นแก่นสำคัญของเนื้อหาสาระ หลักการข้อเท็จจริงและแนวคิดต่าง ๆ ของเนื้อหา สาระในแผนการจัดเรียนรู้นั้นต้องเขียนให้กระชับ อาจเป็นความเรียง หรือแยกเป็นข้อ ๆ ก็ได้ วิธีเขียนต้องเริ่มด้วยส่วนที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของเนื้อหา ก่อนแล้วจึงตามด้วยรายละเอียดที่สำคัญของเรื่อง

3.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียน หลังการสอนอาจเขียนแยกเป็นจุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทางก็ได้

3.4.3 สาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้รายละเอียดที่เชื่อมโยงกับสาระสำคัญและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแล้ว ยังต้องคำนึงถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ นั้น ๆ รวมทั้งทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้วย

3.4.5 สื่อ/แหล่งเรียนรู้ หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ผู้สอนนำมาเป็นเครื่องมือช่วยให้ความรู้้นักเรียน

3.4.6 การวัดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนบรรลุ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ การประเมิน ใช้วิธีการ เครื่องมือ และเกณฑ์ที่หลากหลายครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ ทั้งนี้ ให้วัดตรงตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นด้วยความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือ และตรวจสอบได้

3.4.7 การบันทึกผลหลังสอน เป็นการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ควรบันทึกในประเด็นต่อไปนี้ ปัญหา เขียนปัญหาที่เกิดขึ้น ระหว่างการเรียนการสอน วิธีแก้ปัญหา เสนอแนะหรือหาวิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และข้อเสนอแนะเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ในเวลาปกติ

3.4.8 การประเมินองค์ประกอบ ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็น การตรวจสอบว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้มีความถูกต้อง ครอบคลุม ชัดเจน และสัมพันธ์กันหรือไม่เพียงใด

สรุปได้ว่า หลักการในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอน ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียน การสอน การวัดประเมินผล และจัดทำแผนการสอนให้ครบองค์ประกอบทั้ง 3 ข้อ ให้มีความสัมพันธ์กัน จึงจะทำให้แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้จัดกระบวนการเรียนรู้อให้มีประสิทธิภาพ

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลรวมของการหาค่าเชิง ปริมาณ (Quantitative) และเชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้ เป็นผลที่แสดงถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง เผลิญ กิจระการ (2546, หน้า 51)

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ระดับคุณภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้สร้างแผนการจัดการ เรียนรู้พึงพอใจว่า หากแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีค่าถึงระดับนั้นแล้ว แผนการจัดการ เรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2557, หน้า 494-499)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะพึงพอใจว่าหากแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ และประสิทธิภาพของผลลัพธ์

โดยทั่วไปประสิทธิภาพของสื่อ จะต้องมาจากผลลัพธ์การคำนวณ E_1 และ E_2 เป็นตัวเลข ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 และเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองมาตรฐานประสิทธิภาพแบบนี้จะอยู่ที่ 80/80 ขึ้นไป จะถือได้ว่ามีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในบทเรียน โดยปกติแล้วที่เป็นความรู้ ความจำ จะตั้งไว้ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะจะตั้งต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2551, หน้า 134-143)

การหาประสิทธิภาพมีขั้นตอนการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ทดลองกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทั้งเด็กอ่อน ปานกลาง และแก่นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น ปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองนี้จะต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2. ทดลองสนาม คือทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างนำผลการทดลองที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์อีกครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ยอมรับ แต่ถ้าหากต่างกันมากต้องปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่อไป

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือหรือร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

แคทรียา ใจมูล (2550, หน้า 10) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม โดยแต่ละความสามารถมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือสนับสนุนซึ่งกันและกัน สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบหน้าที่ของตนและงานของส่วนรวม เพื่อให้กลุ่มได้รับความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดได้

สุมาลี ชัยเจริญ (2551, หน้า 2) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) โดยมีแนวคิดที่สำคัญว่าด้วยการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา ดังนั้นการเรียนแบบร่วมมือ จึงเป็นกระบวนการกลุ่ม โดยมีจุดมุ่งหมายในการทำงานเพื่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือร่วมกันคิด และการโต้แย้งเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น

ทิตนา แคมมณี (2552, หน้า 98) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถต่างกันประมาณ 3-6 คน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนร่วมกันทำกิจกรรม ทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายได้

นิดา โมทนา (2558, หน้า 49) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยสมาชิกในกลุ่มแต่ละความสามารถ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือ และให้กำลังใจซึ่งกันและกัน ความสำเร็จของสมาชิกแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม โดยกลุ่มนั้นต้องประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อให้แต่ละคนเห็นความสำคัญของเพื่อนนักเรียนในกลุ่มซึ่งจะขาดไม่ได้ เพราะแต่ละคนมีความสามารถไม่เหมือนกัน จึงต้องอาศัยซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ คนที่เก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าในด้านวิชาการ แต่คนที่เรียนอ่อนในด้านวิชาการอาจเก่งด้านการพูด หรือด้านการช่วยเหลือ และให้กำลังใจต่อกัน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความเห็นใจกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

โดยยึดหลักความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

2. องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Johnson & Johnson (1978, pp. 10–15) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 5 ประการ ดังนี้

2.1 การสร้างความรู้สึกพึ่งพากันทางบวกให้เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียน (Positive Interdependence) วิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกพึ่งพากัน จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้มีการพึ่งพากันในด้านการได้รับประโยชน์จากความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน เช่น รางวัลหรือคะแนน และพึ่งพากันในด้านกระบวนการทำงาน เพื่อให้ทำงานกลุ่มสามารถบรรลุได้ตามเป้าหมาย โดยมีการกำหนดบทบาทของแต่ละคนที่เท่าเทียมกันและสัมพันธ์ต่อกันจึงจะทำให้ทำงานสำเร็จ และการแบ่งงานให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มให้มีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน ถ้าขาดสมาชิกคนใดจะทำให้งานดำเนินต่อไปไม่ได้

2.2 การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกันระหว่างนักเรียน (Face-to-Face Promotive Interaction) คือ นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะมีการอภิปราย อธิบาย ชักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้ และการเรียนรู้เหตุผลซึ่งกันและกัน ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการทำงานของตน สมาชิกในกลุ่มมีการช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้น ส่งเสริมและให้กำลังใจซึ่งกันและกัน ในการทำงานและการเรียนเพื่อให้ประสบผลสำเร็จบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม

2.3 ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล (Individual Accountability) คือ ความรับผิดชอบ ในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคน โดยต้องทำงานที่ได้รับมอบหมาย อย่างเต็มความสามารถ ต้องรับผิดชอบในผลการเรียนของตนเองและของเพื่อนสมาชิก ในกลุ่มทุกคนจะรู้ว่าใครต้องการความช่วยเหลือ ส่งเสริมสนับสนุนในเรื่องใด มีการกระตุ้นกันและกันให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ มีการตรวจสอบ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือไม่ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีความมั่นใจ และพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการประกันว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่ม มีความรับผิดชอบร่วมกันกับกลุ่ม

2.4 ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Group Skills) การทำงานกลุ่มย่อยจะต้องได้รับการฝึกฝนทักษะทางสังคม และทักษะในการทำงานกลุ่ม เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้นนักเรียนควรจะต้องทำความรู้จักกันนักเรียนรู้ลักษณะนิสัยและสร้างความไว้วางใจ

ต่อกันและกัน รับฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล รู้จักติดต่อสื่อสาร และสามารถตัดสินใจแก้ปัญหา ข้อขัดแย้งในการทำงานร่วมกันได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 กระบวนการกลุ่ม (Group Process) เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่จะช่วยให้การดำเนินงานของกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายได้ โดยสมาชิกกลุ่มต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน วางแผน ปฏิบัติงานและดำเนินงานตามแผนร่วมกัน และที่สำคัญจะต้องมีการประเมินผลงานของกลุ่ม ประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม ประเมินบทบาทของสมาชิกว่า สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มสามารถปรับปรุงการทำงานของตนให้ดีขึ้นได้อย่างไร สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันแสดงความคิดเห็น และตัดสินใจว่าควรมีการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงอะไรและอย่างไร ดังนั้นกระบวนการกลุ่มจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จของกลุ่ม

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ภาวินี คำซารี (2550, หน้า 30) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

3.1 ขั้นเตรียม ประกอบด้วย ครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำถึงบทบาทของนักเรียน การแบ่งกลุ่มการเรียนรู้ การแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนในแต่ละบทเรียน แต่ละคาบและฝึกฝน ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม

3.2 ขั้นสอน ครูจะทำการสอนในรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูล และมอบหมายงานให้นักเรียนในแต่ละกลุ่ม ซึ่งจะได้รับงานเป็นชุด เพื่อฝึกให้มีความรับผิดชอบในเรื่องการแบ่งปันให้กับสมาชิกในกลุ่ม

3.3 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนจะมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมกลุ่ม ตามที่ได้รับมอบหมาย และจะช่วยเหลือกันทำให้เกิดการเสริมแรงและการสนับสนุนกัน

3.4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนหรือไม่ ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่ม และรายบุคคล ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบ

3.5 ชั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ครูและนักเรียน ช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ ครูควรอธิบายเพิ่มเติมและช่วยกัน ประเมินผลการทำงานกลุ่ม หากจุดเด่น สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

4. ข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้นมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ จากความร่วมมือกันของสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวถึงประโยชน์ ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

อุไรรัตน์ อรรถสุข (2550, หน้า 26) ได้สรุปถึงประโยชน์ของการจัดการ เรียนรู้แบบร่วมมือว่า

1. ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนทุกคนในกลุ่ม ช่วยเหลือหรือแลกเปลี่ยน และให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน ในบรรยากาศที่เป็นกันเอง และเปิดเผย สมาชิกในกลุ่มทุกคน กล้าถามคำถามที่ตนไม่เข้าใจ บรรยากาศเช่นนี้นำไปสู่ การอภิปรายซักถามทั้งภายในชั้น และนอกชั้นเรียนอันนำไปสู่การเรียนรู้แบบไร้พรมแดน
2. ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในกลุ่มย่อย การแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มจะเป็น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดคุย อภิปราย ซักถาม จนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน คนที่เรียนเก่งสามารถช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าได้ตามเพื่อนทัน
3. ช่วยลดปัญหาความมีระเบียบวินัยในชั้นเรียน ผู้เรียนจะให้กำลังใจ ยอมรับและร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกในกลุ่มทุกคนจะรับผิดชอบ ในความสำเร็จของกลุ่ม จึงจำเป็นต้องร่วมมือกันพัฒนาเสริมสร้างพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ให้เกิดขึ้นในกลุ่ม
4. ช่วยกระชับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของทั้งห้องเรียน เมื่อผู้เรียนเก่ง จะช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน เขาจะเรียนรู้ความคิดรวบยอดของสิ่งที่กำลังเรียน ได้ชัดเจนขึ้น ขณะที่ผู้เรียนอ่อนสามารถเรียนรู้จากเพื่อนที่ใช้ภาษาใกล้เคียงกันได้ง่ายกว่า การเรียนกับครู
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้ศึกษาค้นคว้า ทำงานและการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และมีอิสระที่จะเลือกวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง
6. ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะมีทักษะใน การบริหารจัดการ ซึ่งเป็นผู้นำการแก้ปัญหา การมีมนุษยสัมพันธ์และสื่อสารความหมาย
7. การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยผู้เรียนให้ออกไปใช้ชีวิตในโลกของ

ความเป็นจริงซึ่งเป็นโลกที่ต้องอาศัยความร่วมมือมากกว่าการแข่งขัน

Baroody (1993, pp. 2-10) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่สำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาได้ดี
2. การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผล แนวทางในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และช่วยให้เกิดการช่วยเหลือกันในกลุ่มเพื่อน 3 แนวทาง คือ
 - 2.1 การอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มย่อย ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาโดยคำนึงถึงบุคคลอื่น ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบ และปรับปรุงแนวคิด และคำตอบ
 - 2.2 ช่วยให้เห็นใจปัญหาของแต่ละคนในกลุ่ม เนื่องจากพื้นฐานความรู้ของแต่ละคนต่างกัน
 - 2.3 นักเรียนเข้าใจการแก้ปัญหาจากการทำงานกลุ่ม
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งเสริมความมั่นใจในตนเอง
4. การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งเสริมทักษะทางสังคมและทักษะการสื่อสาร

Arends (1994, pp. 345-346) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ สรุปได้ 5 ประการ ดังนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้แบบร่วมมือนี้เป็นการเรียนที่จัดให้นักเรียน ได้ร่วมมือกันเรียนเป็นกลุ่มเล็กประมาณ 2-6 คน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางการเรียนร่วมกันนับว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นและแสดงออก ตลอดจนลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน มีการให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น นักเรียนที่เก่งช่วยนักเรียนที่ไม่เก่ง ทำให้นักเรียนที่เก่งมีความรู้สึกภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลา และช่วยให้เข้าใจในเรื่องที่ดีขึ้น ส่วนนักเรียน ที่ไม่เก่งก็จะซาบซึ้งในน้ำใจเพื่อน มีความอบอุ่น รู้สึกเป็นกันเอง กล้าซักถามในข้อสงสัยมากขึ้น จึงง่ายต่อการทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียน ที่สำคัญในการเรียนแบบร่วมมือนี้ คือ นักเรียนในกลุ่ม ได้ร่วมกันคิด ร่วมกันทำงานจนกระทั่งสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ ถือว่าเป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ความรู้ที่ได้รับเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียนอย่างแท้จริง จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2. ด้านการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การเรียนรู้แบบร่วมมือเปิดโอกาสให้ นักเรียนที่มีภูมิหลังต่างกันได้มาทำงานร่วมกัน ฟังพาทิ้งกันและกัน มีการรับฟังความคิดเห็นกัน เข้าใจและเห็นใจสมาชิกในกลุ่ม ทำให้เกิดการยอมรับกันมากขึ้น เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ซึ่งจะส่งผลให้มีความรู้สึกที่ดีต่อผู้อื่นในสังคมมากขึ้น

3. ด้านทักษะในการทำงานร่วมกันให้เกิดผลสำเร็จที่ดี และการรักษาความสัมพันธ์ที่ดีทางสังคม การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยปลูกฝังทักษะในการทำงาน เป็นกลุ่มทำให้นักเรียนไม่มีปัญหา ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และส่งผลให้งานกลุ่มประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายร่วมกัน ทักษะทางสังคมที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ ได้แก่ ความเป็นผู้นำการสร้างควมไว้วางใจกัน การตัดสินใจ การสื่อสาร การจัดการกับข้อขัดแย้ง ทักษะเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสมาชิกภายในกลุ่ม เป็นต้น

4. ด้านทักษะการร่วมมือกันแก้ปัญหาในการทำงานกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม จะทำความเข้าใจ ในปัญหาาร่วมกัน จากนั้นก็จะระดมความคิดช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เมื่อทราบสาเหตุของปัญหาสมาชิกในกลุ่มก็จะแสดงความคิดเห็น เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหามาอภิปรายให้เหตุผล ซึ่งกันและกัน จนสามารถตกลงร่วมกันได้ว่า จะเลือกวิธีการใดในการแก้ปัญหาจึงเหมาะสม พร้อมกับลงมือร่วมกันแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ตลอดจนทำการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มด้วย

5. ด้านการทำให้รู้จักและตระหนักในคุณค่าของตนเอง ในการทำงานกลุ่มสมาชิกกลุ่ม ทุกคนจะได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน การที่สมาชิกในกลุ่มยอมรับ ในความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน ย่อมทำให้สมาชิกในกลุ่มนั้นมีความรู้สึกภาคภูมิใจในตนเอง และคิดว่าตนเองมีคุณค่าที่สามารถช่วยให้กลุ่มประสบผลสำเร็จได้

จากข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่นักการศึกษา ได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้ผู้เรียนมีทักษะทางสังคมที่ดี เกิดความสามัคคี รู้จักปรับตัวเพื่อประโยชน์และความสำเร็จของกลุ่ม ทำให้เกิดความพยายามเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย มีระเบียบวินัย เอาใจใส่ รู้จักช่วยเหลือเกื้อกูลผู้อื่น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของห้องดีขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และพัฒนาไปสู่การอยู่ร่วมกันกับบุคคลอื่นในสังคมที่ใหญ่ขึ้นได้

การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Team Achievement Divisions)

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

ภาโฉน เช้มเพชร (2547, หน้า 10) กล่าวว่ำ การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นโดย สลาวิน (Slavin) เป็นการเรียนแบบนักเรียน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อน โดยมีความหมายจากคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ว่า

S-Student หมายถึง กลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งอยู่ร่วมกันในห้องเรียนที่มีสภาพแวดล้อมเดียวกัน

T-Team หมายถึง กลุ่มผู้เรียนที่มีสมาชิกที่คละความสามารถทางการเรียน ผู้ที่มีความรู้จะต้องอธิบายให้ความช่วยเหลือแก่สมาชิกที่ยังไม่เข้าใจ

A-Achievement หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม จะดูได้จากการประเมินตามสภาพของสมาชิกในกลุ่ม และแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น

D-Division หมายถึง การแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ กลุ่มละ 4-5 คน โดยมีอัตราส่วนระหว่างนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เป็น 1 : 2 : 1

แคทรียา ใจมูล (2550, หน้า 14) กล่าวว่ำ การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD หมายถึง การเรียนที่จัดให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นกลุ่มย่อยโดยคละความสามารถกัน คือ ระดับสูง 1 คน ระดับปานกลาง 2 คน และระดับอ่อน 1 คน จุดประสงค์หลัก คือ ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ช่วยเหลือกัน ช่วยให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ดังกล่าวสรุปได้ว่ำ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่ครูให้ความรู้กับนักเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มย่อย โดยกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน นักเรียนที่เรียนปานกลาง 1-2 คน และนักเรียนที่เรียนอ่อน 1 คน โดยมีจุดมุ่งหมายในการทำงานเพื่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือร่วมกันคิด และการโต้แย้งเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 37-38) กล่าวถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การทดสอบรายบุคคลแทนการแข่งขัน มีขั้นตอนดังนี้

1. ครูนำเสนอ หรือเนื้อหาใหม่ หรืออาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย
2. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถคละกัน มีทั้งความสามารถ สูง ปานกลางและต่ำ
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ
4. ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
5. ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
6. กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากัน ให้ใช้คะแนนเฉลี่ย) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ด หรือป้ายนิเทศ ของห้องเรียน

Slavin (1990, pp. 56-60) ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเสนอบทเรียน (Class Presentation) เป็นการนำเสนอความคิด รวบยอดใหม่ หรือบทเรียนใหม่ โดยส่วนมากแล้วจะเป็นวิธีการสอนโดยตรงของผู้สอนด้วยการบรรยาย การอภิปราย ในการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือบทเรียน
2. การจัดกลุ่ม (Teams) จะจัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มละ 4-5 คน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะแบ่งแบบคละความสามารถในด้านต่าง ๆ เพื่อร่วมกันศึกษาเนื้อหา และปฏิบัติตามกติกาการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในบทบาทต่าง ๆ เช่น เป็นผู้หาคำตอบ เป็นผู้สนับสนุน และ เป็นผู้จับบันทึก การแบ่งกลุ่มลักษณะนี้ จุดประสงค์หลักเพื่อการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน ซึ่งสมาชิกกับทุกคนในกลุ่มมีการช่วยเหลือกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม มีการนับถือตนเอง และยอมรับต่อกัน

3. การทดสอบ (Quizzes) หลังจากที่ผู้สอนได้เสนอบทเรียนไปแล้ว 1-2 คาบ จะมีการทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่เปิดโอกาสให้ปรึกษากันในระหว่างทำการทดสอบ เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว ดังนั้นผู้เรียนแต่ละคนจึงต้องมีความรับผิดชอบต่อตัวเอง ในการรับความรู้จากผู้สอนและเพื่อน

4. คะแนนพัฒนาการรายบุคคล (Individual Improvement Scores) แนวคิดหลักของการให้คะแนนแบบนี้ ก็เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนบรรลุวัตถุประสงค์ นักเรียนแต่ละคนจะมีคะแนนพื้นฐาน ซึ่งคิดมาจากคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง

5. การตระหนักถึงความสำเร็จของกลุ่ม (Team Recognition) การที่กลุ่มได้รับรางวัล ก็ต่อเมื่อกลุ่มนั้นได้รับความสำเร็จเหนือกลุ่มอื่น ซึ่งจะตัดสินด้วยคะแนนที่ได้มาจากการทำแบบทดสอบของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม แล้วคิดเป็นคะแนนพัฒนา นำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ได้ดังนี้

1. นำเสนอเนื้อหา (Class Presentation) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นครูสอนเนื้อหาใหม่ให้กับนักเรียนทั้งชั้น
2. ขั้นตอนกิจกรรมกลุ่มย่อย (Teams Study) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4- 5 คน แล้วร่วมกันศึกษาจากกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเหลือกันทำกิจกรรม นักเรียนเก่งจะอธิบายให้นักเรียนอ่อนฟัง
3. ขั้นตอนทดสอบย่อย (Quizzes) นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่สามารถช่วยเหลือกันได้
4. ขั้นตอนสรุปบทเรียนและยกย่องชมเชย (Team Recognition) สรุปเนื้อหาและยกย่องชมเชยกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชย

3. ข้อดีและประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

สมจิตร หงส์สา (2551, หน้า 27) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบตัวเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิกอื่น
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกัน

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนผลัดเปลี่ยนการเป็นผู้นำ
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกและเรียนรู้ทักษะทางสังคมโดยตรง
5. ผู้เรียนมีความตื่นเต้น สนุกสนานกับการเรียนรู้

Arends (1994, pp. 345–346) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ไว้ดังนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการจัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ประมาณ 2–6 คน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางการเรียนร่วมกัน นับว่าเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ทุกคนในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นและแสดงออก ตลอดจนลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน มีการให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น คนเรียนเก่งช่วยคนที่เรียนไม่เก่ง ทำให้คนที่เรียนเก่ง มีความรู้สึกภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลาและช่วยให้เข้าใจในเรื่องที่ดีขึ้น ส่วนคนที่เรียนไม่เก่งก็จะซาบซึ้ง ในน้ำใจเพื่อนมีความอบอุ่น รู้สึกเป็นกันเอง กล้าซักถามในข้อสงสัยมากขึ้น จึงง่ายต่อการทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียน ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD คือ ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันคิด ร่วมกันทำงาน จนกระทั่งสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ ถือว่าเป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ความรู้ที่ได้รับเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนอย่างแท้จริง จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

2. ด้านการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่มีภูมิหลังต่างกันได้มาทำงานร่วมกัน ฟังพาทักทายกัน มีการรับฟังความคิดเห็นกัน เข้าใจและเห็นใจ สมาชิกในกลุ่ม ทำให้เกิดการยอมรับกันมากขึ้น เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันซึ่งจะส่งผลให้ มีความรู้สึกที่ดีต่อผู้อื่นในสังคมมากขึ้น

3. ด้านทักษะในการทำงานร่วมกัน ทำให้เกิดผลสำเร็จที่ดี และการรักษาความสัมพันธ์ที่ดีทางสังคม ช่วยปลูกฝังทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนไม่มีปัญหาในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และส่งผลให้งานประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายร่วมกัน

4. ด้านทักษะการร่วมมือแก้ปัญหาในการทำงานกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม จะได้รับความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน จากนั้นก็จะระดมความคิดช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เมื่อทราบสาเหตุของปัญหา สมาชิกกลุ่มก็จะแสดงความคิดเห็นเพื่อหาวิธีแก้ไข

5. ด้านการทำให้รู้จักและตระหนักในคุณค่าของตนเอง ในการทำงานกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม ทุกคนจะได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน การที่สมาชิกในกลุ่มยอมรับในความคิดเห็นของเพื่อน สมาชิกด้วยกัน ย่อมทำให้สมาชิกในกลุ่มนั้นมีความภาคภูมิใจ

ในตนเองและคิดว่าตนเองมีคุณค่า ที่สามารถให้กลุ่มประสบความสำเร็จได้

จากข้อดีดังกล่าวสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD นั้น เป็นการเพิ่มทักษะทางสังคมให้กับผู้เรียนทุกคนให้ได้พัฒนาศักยภาพของตนเองให้เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมให้เกิดความรับผิดชอบ สามัคคี และไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนจนเกิดความสำเร็จในที่สุด

ผังกราฟิก

1. ความหมายของผังกราฟิก

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของผังกราฟิกซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผังกราฟิก โดยมีรายละเอียดดังนี้

Clark (1990, pp. 37-38) กล่าวถึงผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นรูปแบบการคิดที่ผู้สอนหรือผู้เรียนสร้างขึ้นเพื่อแสดงความคิดเห็น ความเข้าใจออกมาเป็นรูปธรรมว่ากำลังคิดอะไรจากการอ่านเนื้อหาวิชา

Rice (1994, pp. 39-69) ผังกราฟิกสามารถใช้เป็นกลยุทธ์ ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเองหรือผู้เขียนสร้างขึ้นเอง หรือทั้งผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสร้างโดยใช้คำหรือวลีสั้น ๆ เพื่อเข้าใจในเนื้อหาจากตำราที่เรียน

Mosoco (2005, p. 44) ได้ให้ความหมาย ผังกราฟิก คือ แผนภาพที่ช่วยให้นักเรียนจัดระบบข้อมูลในเรื่องต่าง ๆ

ทิศนา แคมมณี (2545, หน้า 386) ได้อธิบายว่า รูปแบบผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างความรู้เนื้อหาสาระนั้น ๆ การนำเทคนิคผังกราฟิกไปใช้ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระสำคัญต่าง ๆ เพื่อจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ง่ายยิ่งขึ้น และจดจำข้อมูลได้นาน และหากเนื้อหาสาระสำคัญหรือข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้ประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกจึงเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดการข้อมูลให้อยู่อย่างเป็นระบบ และต้องให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจและจดจำได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ในการประมวลความรู้หรือการจัดการความรู้ ในกรณีที่ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ยิ่งขึ้น ผังกราฟิกยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคิดได้เป็นอย่างดี เนื่องจาก การสร้างความคิด ซึ่งจะมีลักษณะเป็นนามธรรมอยู่ในสมอง จึงจำเป็นต้องมีการแสดงออกมาให้เห็นเป็นรูปธรรม ผังกราฟิกยังเป็นรูปแบบของการแสดงออกทางความคิด

ที่สามารถทำให้เห็นและสามารถอธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจน และประหยัดเวลา

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2554, หน้า 126) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิก คือ รูปแบบของการสื่อสาร เพื่อที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลหรือความรู้ที่ได้มาจากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ ความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกจะได้อมาจากการนำเสนอข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ หรือในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดการข้อมูล ในการข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การแบ่งประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข (ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบแผน จากนั้นจึงมีการเลือกใช้แบบผังกราฟิกเพื่อเสนอข้อมูลที่เรารู้ได้จัดหรือกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ผู้นำเสนอต้องการ

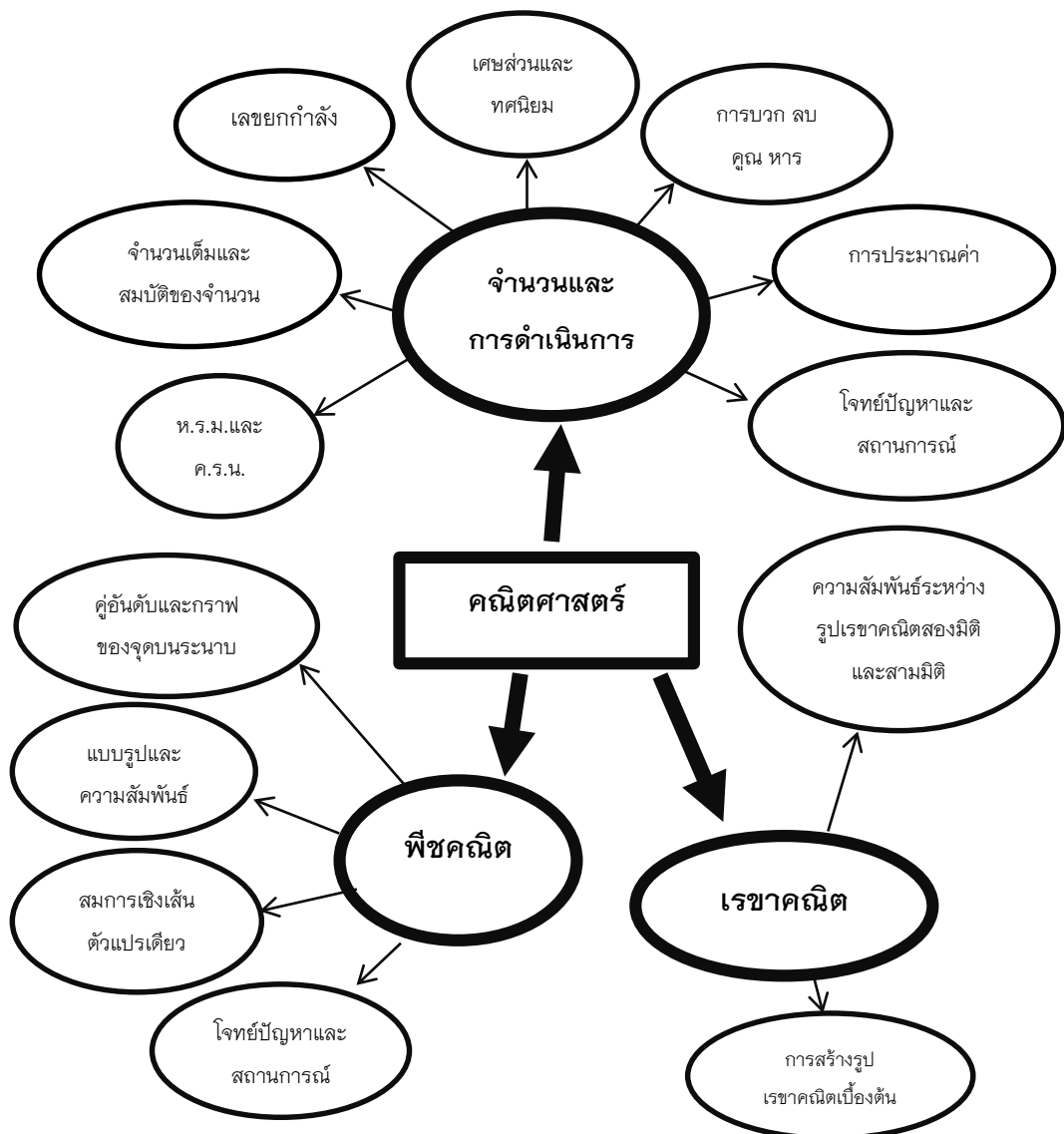
จากข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าผังกราฟิกเป็นการจัดระบบความคิดออกมาเป็นเส้นหรือรูปภาพ เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นมาจัดระบบ และช่วยให้การถ่ายทอด ความคิด หรือความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ เป็นไปได้ง่าย ทำให้เกิดการจดจำในสิ่งที่เรียนรู้ ได้นานโดยใช้เทคนิคทางผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้ผังกราฟิก มีหลายชนิด ได้แก่ ผังมโนทัศน์ ผังก้างปลา ผังวัฏจักร ผังใยแมงมุม ผังเรียงลำดับ

2. รูปแบบของผังกราฟิก

รูปแบบของผังกราฟิก มีผู้นำเสนอไว้หลายรูปแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการเลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ และเนื้อหาข้อมูลที่จะจัดกระทำ ซึ่งประกอบด้วย ผังมโนทัศน์ แผนผังความคิด แผนภาพใยแมงมุม ผังแสดงโครงสร้างต้นไม้ แผนภูมิเวกนัร แผนภูมิขั้นบันได แผนภาพวงจรแผนก้างปลา และแผนแสดงลำดับขั้นการดำเนินงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผังมโนทัศน์ หรือแผนผังความคิดรวบยอด (Concept Map)

เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept) ต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นระบบ ทำได้โดยเขียนความคิดรวบยอดไว้ข้างบนหรือตรงกลาง แล้วลากเส้นให้สัมพันธ์กับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ที่สำคัญรองลงไป หรือความคิดที่ละเอียดซับซ้อนยิ่งขึ้น พัฒนาขึ้น โดย Joseph D. Novak ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ผังมโนทัศน์ หรือผังความคิดรวบยอด

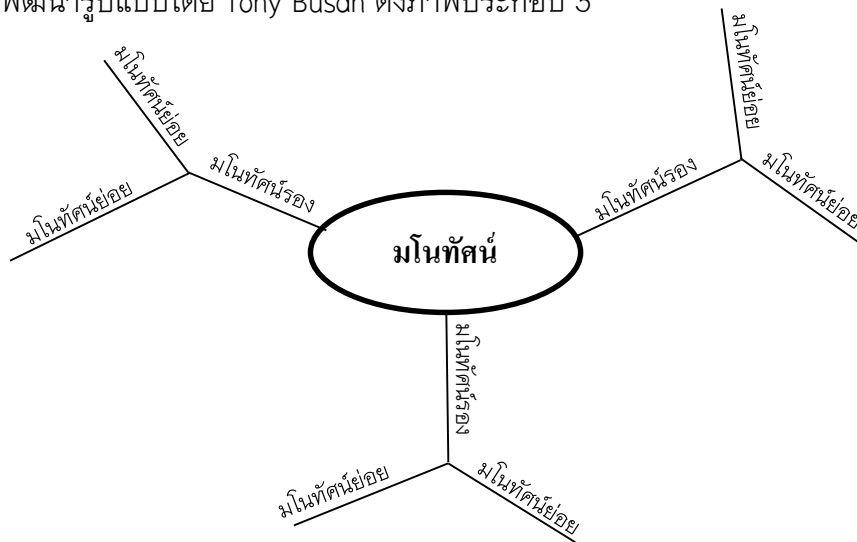
ที่มา: วิมล ทองผิว (2556, หน้า 31)

การนำไปใช้

- 1) ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อย มโนทัศน์เจาะจง และตัวอย่างตามลำดับ
- 2) ใช้สรุปร่างองค์ความรู้ใหม่
- 3) ใช้วิเคราะห์เนื้อหา หรืองานต่าง ๆ
- 4) ใช้ระบบความคิดและความจำ
- 5) ใช้นำเสนอข้อมูล

สรุปจากรูปภาพประกอบ 2 แบบผังมโนทัศน์ หรือผังความคิดรวบยอด เป็นรูปแบบผังกราฟิกที่มีการนำเสนอ ข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดจากหัวข้อหลักมาสู่ เนื้อหาย่อย ๆ

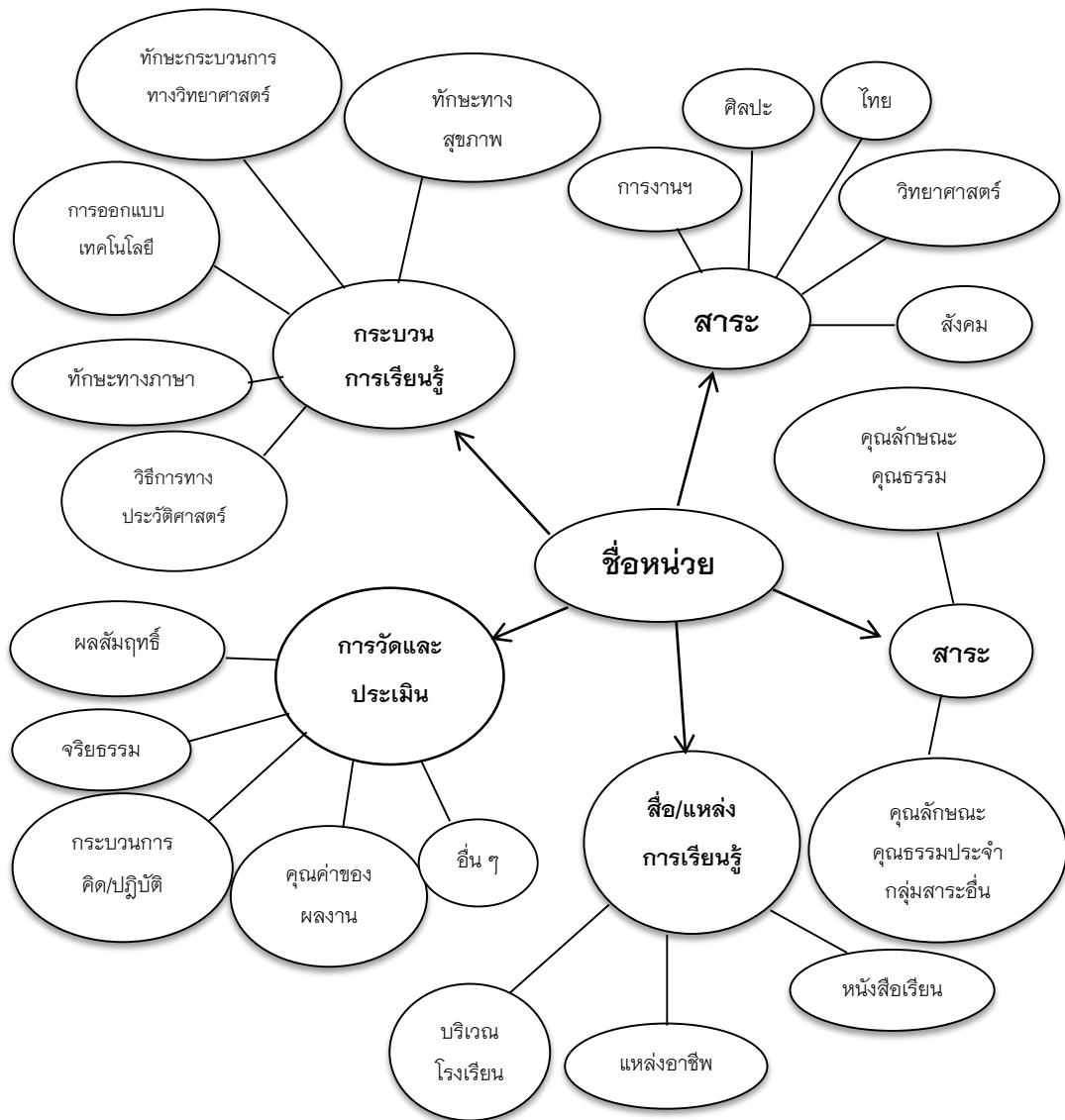
2. แผนที่ความคิด (Mind Map หรือ Mind Mapping) ใช้แสดงการเชื่อมโยง ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อย ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน สร้างขึ้นโดยเขียนหรือวาดภาพมโนทัศน์หลัก หรือหัวข้อเรื่อง ตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ เขียนหรือวาดภาพมโนทัศน์รองที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์หลัก หรือหัวข้อเรื่องกระจายออกไปรอบ ๆ มโนทัศน์หลัก เขียนหรือวาดภาพมโนทัศน์ย่อย ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์รองแตกออกไปเรื่อย ๆ โดยเขียนไว้บนเส้นแต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกับเส้นอื่น พัฒนารูปแบบโดย Tony Buzan ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แผนที่ความคิด

ที่มา: ส่องหล้า ตันจินดาประทีป (2554, หน้า 10)

3. แผนภาพใยแมงมุม (Web Diagram หรือ Spider Map) แผนผังรูปแบบนี้ ใช้แสดงในการแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูล ใช้จัดระบบ จัดลำดับข้อมูล ที่มีความสัมพันธ์กัน ตั้งแต่องค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง องค์ประกอบย่อย หรือตัวอย่างตามลำดับ ใช้สรุปประเด็นหรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดัง ภาพประกอบ 4

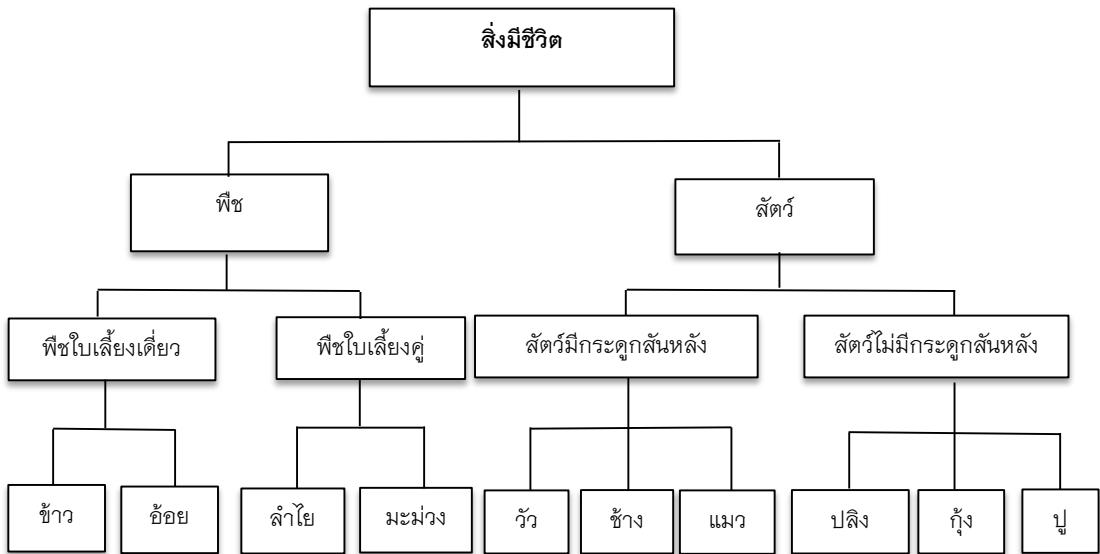


ภาพประกอบ 4 แผนภาพใยแมงมุม

ที่มา: ส่องหล้า ตันจินดาประทีป (2554, หน้า 11)

สรุปจากรูปแบบแผนภาพใยแมงมุม เป็นรูปแบบกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกันของหลักการหรือแนวคิดย่อย ๆ เพื่อเป็นการแสดงรายละเอียดของหัวหลัก

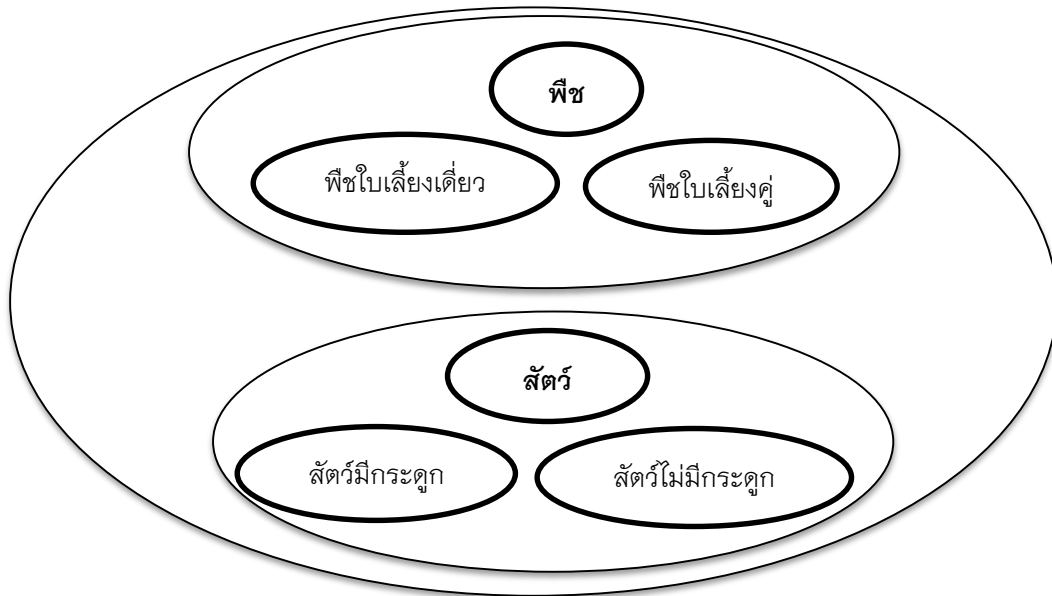
4. ผังแสดงความสัมพันธ์แบบโครงสร้างต้นไม้หรือผังสัมพันธ์แบบจำแนกประเภท (Tree Structure or Classification Map) แผนผังรูปแบบนี้ แสดงความสัมพันธ์ของเรื่องที่มีความสำคัญลดหลั่นกันเป็นชั้น ๆ หรือความสัมพันธ์ที่แยกประเภทหรือบางท่านอาจเรียกผังแสดงความสัมพันธ์แบบกิ่งไม้ (Branching Map) มีรูปร่างคล้ายแผนภูมิบริหารองค์กร นำเสนอโครงการเขียนชื่อเรื่องไว้ข้างบนหรือตรงกลาง แล้วลากเส้นให้เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ที่สำคัญรองลงไปตามลำดับ ดังภาพประกอบ 5



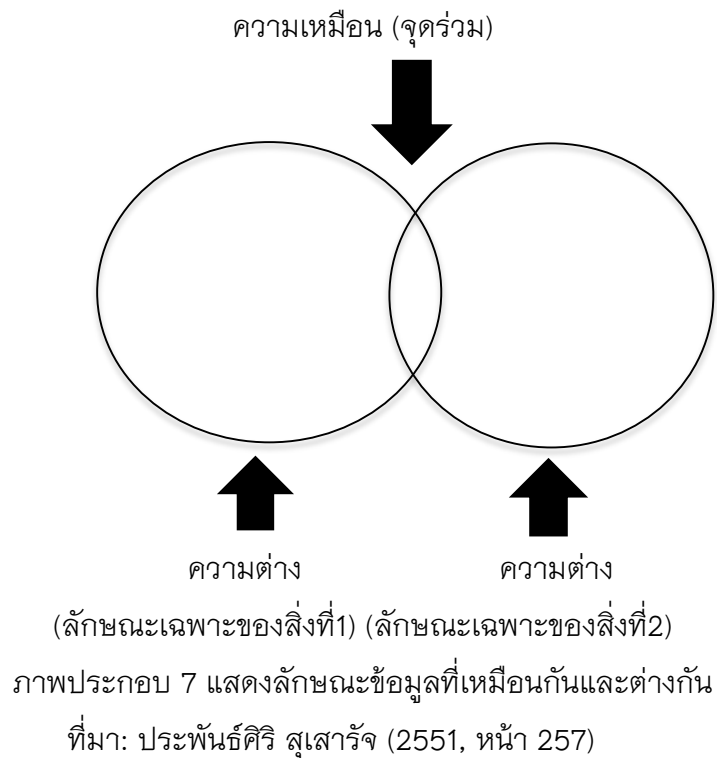
ภาพประกอบ 5 แผนภาพความสัมพันธ์แบบโครงสร้างต้นไม้
ที่มา: ส่องหล้า ต้นจินดาประทีป (2554, หน้า 12)

สรุปจากรูปแบบผังแสดงความสัมพันธ์แบบโครงสร้างต้นไม้หรือผังสัมพันธ์แบบจำแนกเป็นรูปแบบที่แสดงการลดหลั่นกันเป็นชั้น ๆ

5. แผนภาพเวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram) แผนผังรูปแบบนี้ใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูล ใช้แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่สัมพันธ์กันของข้อมูล ใช้แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล ใช้แสดงลักษณะ Overlapping Circle Map ดังภาพประกอบ 6-7

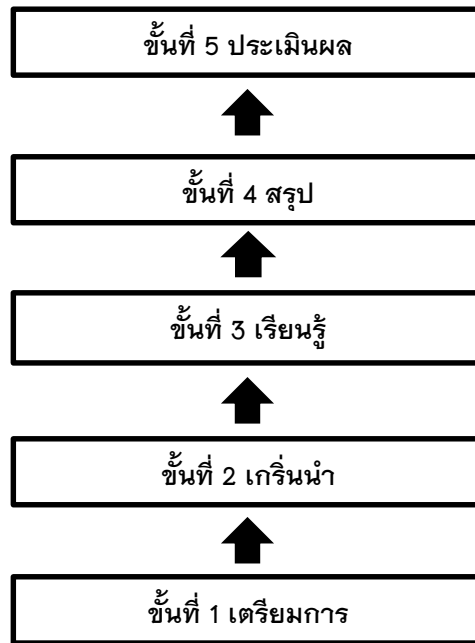


ภาพประกอบ 6 แผนภาพเวนนั้ไดอะแกรม
ที่มา: สองหล้า ต้นจินดาประทีป (2554, หน้า 13)



สรุปจากรูปแบบแผนภาพเวนน์ไดอะแกรม เป็นรูปแบบผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบข้อมูลเช่นเดียวกับแผนภูมิแสดงลักษณะข้อมูลที่เหมือนกันและต่างกัน

6. แผนภูมิแบบขั้นบันได (Descending Ladder or Time Ladder Map) แผนภูมिरูปแบบนี้ใช้แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะแสดงลำดับเวลา กระบวนการ หรือขั้นตอนเป็นลำดับตั้งแต่ต้นจนจบ ดังภาพประกอบ 8

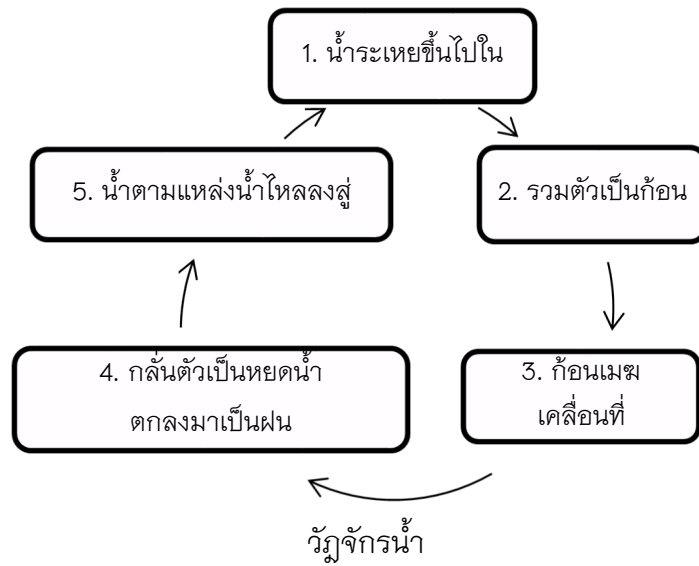


ภาพประกอบ 8 แผนภูมิแบบขั้นบันได

ที่มา: ส่องหล้า ตันจินดาประจำปี (2554, หน้า 14)

สรุปจากรูปแบบแผนภูมิแบบขั้นบันได เป็นรูปแบบการสร้างข้อมูลที่เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่เริ่มจนจบซึ่งอาจแสดงเป็นลำดับเวลา

7. แผนภาพวงจรหรือแผนภูมิแบบวัฏจักร (Cycle Graph) แผนภาพรูปแบบนี้ใช้แสดงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเหตุการณ์ ระยะเวลาที่มีการเรียงลำดับการเคลื่อนไหวของข้อมูล ลักษณะเป็นวงจรที่ไม่มีจุดเริ่มต้น ณ ที่ใดที่หนึ่ง ตามตัวอย่างดังภาพประกอบ 9



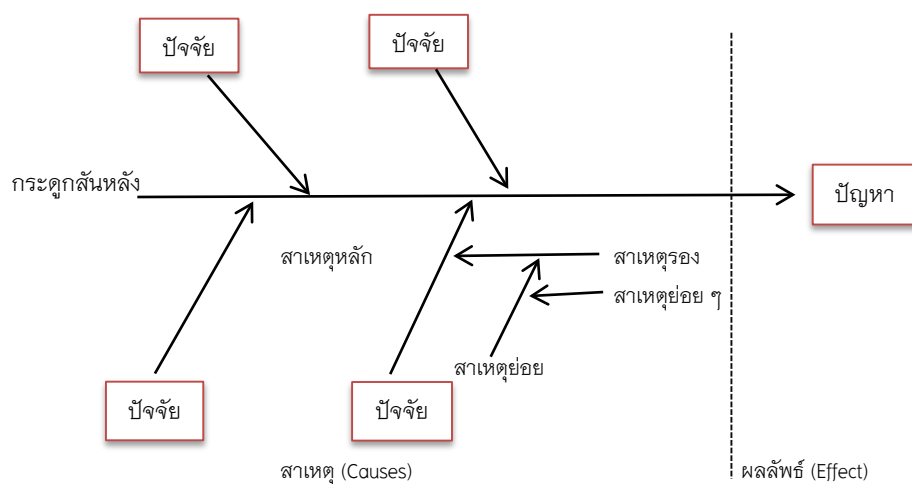
ภาพประกอบ 9 แผนภาพวงจรหรือแผนภูมิแบบวัฏจักร

ที่มา: ส่องหล้า ตันจินดาประทีป (2554, หน้า 14)

สรุปจากรูปแบบแผนภาพวงจรหรือแผนภูมิวัฏจักร เป็นรูปแบบการแสดงลำดับของเหตุการณ์จากจุดเริ่มไปสู่จุดเริ่มไปสู่จุดจบและวนไปเรื่อย ๆ

8. แผนผังก้างปลา (Fishbone Map) เป็นแผนผังที่นำเสนอข้อมูลที่มีประเด็นปัญหาหลัก แล้วเสนอสาเหตุหรือผลต่าง ๆ ในแต่ละด้านที่เป็นองค์ประกอบเกี่ยวข้องกัน ใช้สำหรับการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์หาสาเหตุและผล หรือวิธีการแก้ปัญหา

ดังภาพประกอบ 10



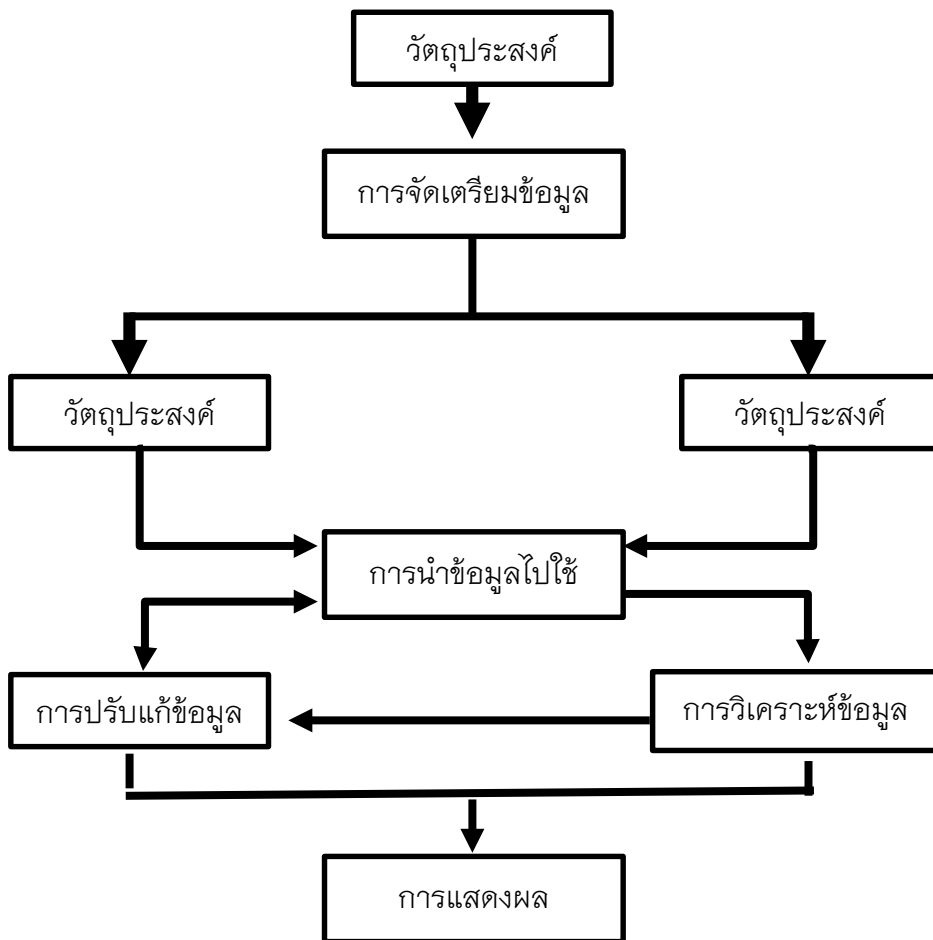
ภาพประกอบ 10 แผนผังก้างปลา

ที่มา: วิมล ทองผิว (2556, หน้า 37)

สรุปจากแผนผังก้างปลาเป็นรูปแบบที่แสดงให้เห็นเหตุและผลของหัวข้อหลักที่เน้นหลักการ แบบแก้ปัญหา

9. แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน (Flowchart Diagram)

เป็นวงจรที่มีการเคลื่อนไหวของข้อมูลหลายทิศทาง แต่สุดท้ายก็นำไปสู่จุดหมายปลายทางอย่างใดอย่างหนึ่งที่ต้องการ มักจะนำไปใช้เสนอเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน โดยมีการสนใจกระบวนการดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังภาพประกอบ 11

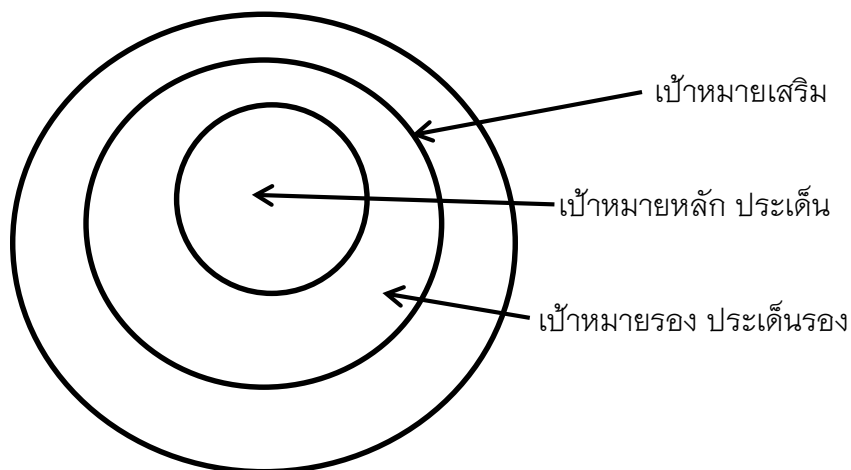


ภาพประกอบ 11 แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน

ที่มา: ส่องหล้า ตันจินดาประทีป (2554, หน้า 15)

สรุปจากรูปแบบแผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นลักษณะผังกราฟิกที่เป็นลำดับข้อมูลที่มีวงจรได้หลายทิศทางโดยมีสัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย

10. แผนภูมิเป้าหมาย (Target) เป็นผังที่จำแนกความคิดหรือจำแนกข้อมูล ออกเป็นส่วนๆ โดยจำแนกเป็นเป้าหมายหลัก เป้าหมายรอง หรือกำหนดสิ่งที่เป็นคุณค่าแท้ และเทียมของสิ่งต่าง ๆ สิ่งที่เป็นประโยชน์หลักกับประโยชน์รอง หรือสิ่งที่ดีที่สุดกับสิ่งที่ รองลงมา ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แผนภูมิเป้าหมาย (Target)

ที่มา: ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, หน้า 270)

สรุปจากรูปแบบแผนภูมิเป้าหมาย เป็นแผนภูมิที่แสดงระดับความสำคัญ ของสิ่งที่เป็นเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายหรือจุดมุ่งหวังของสิ่งนั้น ๆ หรือเรื่องนั้น ๆ

3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกของ Jones & Pirece สุปรียา ต้นสกุล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกของ Jones & Pirece (1989, pp. 20-25) จะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ครูผู้สอนควรนำเสนอตัวอย่างของการจัดการข้อมูลโดยใช้ ผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์
- 1.2 ครูผู้สอนควรแสดงวิธีการสร้างผังกราฟิกให้ผู้เรียนก่อน
- 1.3 ครูผู้สอนควรชี้แจงหลักการและเหตุผลของการใช้ผังกราฟิก และอธิบายวิธีการใช้ผังกราฟิก ให้ผู้เรียนเข้าใจ
- 1.4 ผู้เรียนต้องฝึกการสร้างและฝึกใช้ผังกราฟิก และทำความเข้าใจ เนื้อหาเป็นรายบุคคล
- 1.5 ผู้เรียนเข้ากลุ่มและนำเสนอผังกราฟิกของตนแลกเปลี่ยนกัน

กระบวนการจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน คือ ความจำข้อมูลกระบวนการทางปัญญา และเมตาดาคนิชั่น ความจำของข้อมูลประกอบด้วย ความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ซึ่งจะสามารถเก็บข้อมูลไว้เพียงประมาณ 1 วินาที เท่านั้น ความจำแบบระยะสั้น (Short-Term Memory) หรือความจำแบบปฏิบัติการ (Working Memory) ซึ่งเป็นความจำที่เกิดขึ้น หลังจากการตีความสิ่งเร้าที่ได้รับรู้มาแล้ว จะสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้ชั่วคราวประมาณ 20 วินาที และจะทำหน้าที่ในการคิด ส่วนความจำแบบระยะยาว (Long-Term Memory) เป็นความจำที่คงทน มีความจุไม่จำกัดสามารถคงอยู่เป็นเวลานาน และเมื่อต้องการใช้ก็จะสามารถเรียกคืนความจำได้ สิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวจะมี 2 ลักษณะ คือ ความจำแบบจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และความจำแบบจำความหมาย (Semantic Memory) ซึ่งจะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง การมโนทัศน์ กฎเกณฑ์ รวมทั้งหลักการต่าง ๆ และองค์ประกอบด้านความจำในข้อมูลนี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใด ก็จะขึ้นอยู่กับกระบวนการทางสมองและทางปัญญาของแต่ละบุคคล จะประกอบไปด้วย

1. การใส่ใจ หากผู้เรียนมีความใส่ใจที่จะรับข้อมูลนั้น ข้อมูลก็จะถูกนำเข้าไปสู่ความจำแบบระยะสั้นต่อไป แต่หากผู้เรียนไม่ใส่ใจที่จะรับข้อมูลนั้น ข้อมูลก็จะเลือนหายไปอย่างรวดเร็ว
2. การรับรู้ เมื่อผู้เรียนใส่ใจที่จะรับข้อมูลเข้ามาทางประสาทสัมผัส ผู้เรียนก็จะรับรู้ข้อมูลนั้น และนำข้อมูลนั้นเข้าสู่ความจำระยะสั้นต่อไป ข้อมูลที่รับรู้จะเป็นความจริงตามการรับรู้ของผู้เรียน ซึ่งอาจมิใช่ความจริงเชิงประนัย แต่จะเป็นความจริงที่ต้องผ่านการตีความมาแล้ว
3. การทำซ้ำ หากผู้เรียนจะมีการรักษาข้อมูล โดยทำการทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีกของข้อมูลนั้น ก็จะช่วยให้สามารถเก็บรักษาจำไว้ได้นาน
4. การเข้ารหัส หากผู้เรียนมีการสร้างองค์ความคิดที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล โดยมีการนำเอาข้อมูลนั้นเข้าสู่ความจำแบบระยะยาว จะสามารถเชื่อมโยงความจำเข้ากับสิ่งที่มีอยู่แล้ว จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้น
5. การเรียกคืน การเรียกคืนข้อมูลหรือความจำที่ผู้เรียนเก็บไว้ในความจำแบบระยะยาวเพื่อนำออกมาใช้ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเข้ารหัส หากเข้ารหัสทำให้เกิดการเก็บความจำได้ดีมีประสิทธิภาพการเรียกคืนก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ด้วยหลักการดังกล่าว การเรียนรู้จึงเป็นการสร้างความรู้ของบุคคล ซึ่งต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย 4 ขั้นตอนได้แก่

1. การเลือกรับข้อมูลที่สัมพันธ์กัน
2. การจัดระเบียบข้อมูลเข้าสู่โครงสร้าง
3. การบูรณาการข้อมูลเดิม
4. การเข้ารหัสข้อมูลการเรียนรู้เพื่อให้คงอยู่ในความจำระยะยาว

และสามารถเรียกคืนความจำกลับมาใช้ได้โดยง่าย

เพราะเหตุนี้ การที่จะให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเชื่อมโยงความรู้เดิมกับโครงสร้างความรู้ใหม่ และนำความรู้ความเข้าใจมาเข้ารหัสหรือสร้างสัญลักษณ์ทางความคิด ให้มีความหมายต่อตนเองขึ้น จะส่งผลให้การเรียนรู้ที่คงอยู่ในความจำระยะยาวและสามารถเรียกคืนความจำกลับมาใช้ได้

สรุปจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกของโจนส์และคณะ มีกระบวนการจัดการที่สำคัญและประกอบไปด้วยการรับข้อมูล การจัดระเบียบ การบูรณาการกับความรู้เดิมและความรู้ใหม่ในการให้ข้อมูลคงอยู่

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกของ Clark (1991, pp. 524-526) ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอนที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. ชั้นก่อนสอน

- 1.1 ครูผู้สอนต้องทำการพิจารณาลักษณะของเนื้อหาสาระ และวัตถุประสงค์ของเนื้อหาสาระนั้นก่อนที่จะทำการสอน
- 1.2 ครูผู้สอนต้องทำการพิจารณาและคิดหารูปแบบของผังกราฟิก หรือวิธีการจัดระบบและระเบียบของเนื้อหาสาระนั้น ๆ
- 1.3 ครูผู้สอนทำการเลือกผังกราฟิก หรือวิธีการจัดระบบและระเบียบของเนื้อหาที่เหมาะสมที่สุดในการทำกิจกรรม
- 1.4 ครูผู้สอนควรคาดคะเนปัญหาที่อาจเกิดขึ้นของผู้เรียนในการนำผังกราฟิกมาใช้

2. ชั้นสอน

- 2.1 ครูผู้สอนควรนำเสนอการใช้ผังกราฟิกที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
- 2.2 ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระและสามารถนำเนื้อหาสาระเข้าไปใส่ลงในผังกราฟิกตามความเข้าใจของตน

2.3 ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดเพิ่มเติม โดยการนำเสนอ ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระและนำมาเสนอให้ผู้เรียนได้ใช้ผังกราฟิกเป็น กรอบในการคิดแก้ปัญหา

สรุปจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกของคล้าก มีขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนสอน และขั้นตอนที่จะเป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนรู้จักกรอบ ในการคิดแก้ปัญหา

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกของ สุปรียา ต้นสกุล (2540, หน้า 40) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพ (Graphic Organizers) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล”

ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า นักศึกษากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญ 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การทบทวนความรู้เดิม
2. การชี้แจงวัตถุประสงค์ ลักษณะของบทเรียน ความรู้ที่คาดหวัง ให้เกิดแก่ผู้เรียน
3. การกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เพื่อเตรียมสร้าง ความสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนและการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพ
4. การนำเสนอตัวอย่างการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพที่เหมาะสมกับ ลักษณะของเนื้อหาความรู้ที่คาดหวัง
5. ผู้เรียนรายบุคคลทำความเข้าใจเนื้อหาและฝึกใช้แผนภาพ
6. การนำเสนอปัญหาให้ผู้เรียนใช้แผนภาพเป็นกรอบในการแก้ปัญหา
7. การทำความเข้าใจให้กระจ่างชัด

ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบผู้เรียนจะมีความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระที่เรียนและจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดี นอกจากนั้นยังได้เรียนรู้การใช้ผังกราฟิก ในการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระอื่น ๆ ได้อีกมาก

4. ข้อจำกัดของการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก

โรซ์และโรบินสัน ได้สรุปข้อจำกัดในการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก ดังนี้ Rice (1994, pp. 39–67) สรุปข้อจำกัดของการใช้ผังกราฟิก ไว้ดังนี้

1. การควบคุมความแปรปรวนของวิธีการสอนทำได้ยาก เนื่องจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผังกราฟิกมาไม่ได้สร้างรูปแบบการสอนที่ชัดเจน
2. ไม่มีกรอบความคิดเชิงเชิงทฤษฎีที่ชัดเจนจนอธิบายกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนว่าใช้อย่างไร และจะเกิดพฤติกรรมใดกับผู้เรียน
3. ตำแหน่งของการใช้ผังกราฟิก ยังไม่มีความแน่นอนว่าใช้ในช่วงใดแล้วจะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด
4. ขาดเกณฑ์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับการพิจารณาเลือกใช้แบบผังกราฟิกให้เหมาะสมกับเนื้อหา

Robinson (1998, p. 1) กล่าวถึงข้อจำกัดของการใช้ผังกราฟิกไว้ ดังนี้

1. การใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอน ยังขาดรูปแบบการใช้ที่ชัดเจน โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผังกราฟิกส่วนใหญ่ มักจะอธิบายได้ไม่ชัดเจนว่าจะพัฒนาและใช้ผังกราฟิกแต่ละแบบอย่างไร
2. การใช้ผังกราฟิก เพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียนนั้น แม้จะทำได้เร็วกว่าการอ่านเนื้อหาเพียงอย่างเดียวแต่จะใช้ไม่ได้ผลเมื่อเนื้อหานั้นผู้เรียนยังไม่ได้คุ้นเคย
3. การใช้ผังกราฟิกและการเรียนการสอนในการนำเสนอเรื่องที่มีเนื้อหาสั้น โดยหากเนื้อหานั้นสั้นมาก ๆ แล้ว การใช้ผังกราฟิกกับเนื้อหานั้นจะให้ผลน้อยมากในการทดลองใช้
4. การใช้ผังกราฟิกเพียงแบบเดียวกับการนำเสนอเนื้อหาที่มีความยาวมากถึงแม้ว่าผังกราฟิกแบบที่ใช้นั้นจะถูกสร้างขึ้นมาอย่างดีแล้วก็เป็นการยากที่จะนำเสนอความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วนทั้งหมดเพราะเนื้อหาที่มีความยาวมาก ๆ จะมีแนวคิดหลักจำนวนมากและมีโครงสร้างเป็นลำดับขั้นตอน

สรุปจากข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การใช้ผังกราฟิกในการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงการพิจารณาการใช้ผังกราฟิก เช่น ปริมาณเนื้อหา ข้อมูลรูปแบบการเลือกใช้ผังกราฟิก เกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานในการพิจารณางาน และเวลาในการใช้ผังกราฟิก

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, หน้า 24) ให้ความหมายของ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการสังเกต การเลือกเครื่องมือในการวัด การประมาณการวัด การบันทึกข้อมูล การสร้างแบบทดสอบ สมมติฐานการจัดกระทำข้อมูลการตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสรุป

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550, หน้า 14) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการคิด เป็นทักษะทางปัญญาเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งแก้ปัญหา

ประสาร จันเสนา (2551, หน้า 51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ที่พยายามปลูกฝังให้ผู้เรียน ทุกระดับ เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ด้วยตนเอง รู้จักแก้ปัญหา ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

พนิตสุภา โกศิลา (2553, หน้า 31) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติและฝึกฝนกระบวนการคิดในการศึกษา และค้นคว้าหาความรู้ เป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่ช่วยให้การพัฒนาทางด้านสติปัญญาให้แก่ เด็ก

กมลวรรณ วิพรรณะ (2559, หน้า 31) สรุปความหมายของทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถทางการคิด ความสามารถในการ แสวงหาความรู้ การปฏิบัติฝึกฝนในการใช้ทักษะกระบวนการคิด ทักษะการแสวงหา ความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ เพื่อค้นหาความรู้ในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญ และความสามารถของนักเรียน ที่ใช้กระบวนการทางปัญญาในการแสดงความคิดเห็น และปฏิบัติอย่างคล่องแคล่ว มีเหตุผล สามารถค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ได้ นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน และแก้ปัญหาได้

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 5-9)

ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา
ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้แก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้
และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ ดังนี้

2.1 ทักษะการสังเกต คือ ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส
อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูลหรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่ม
ความคิดเห็นส่วนตัวลงไป ประสาทสัมผัสมี 5 ชนิด คือ ประสาทตา ประสาทหู ประสาท
จมูก ประสาทลิ้น ประสาทผิวหนัง

นอกจากการใช้ประสาทสัมผัสสังเกตโดยตรงแล้ว การใช้ประสาท
สัมผัสทั้ง 5 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ได้ก็จัดว่าเป็นทักษะการสังเกต เช่น
การเปลี่ยนแปลงของสี รูปร่าง ทัศนฐาน ขนาด กลิ่น รส อุณหภูมิ ฯลฯ

2.2 ทักษะการวัด คือ ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือต่าง ๆ
ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและ
ถูกต้อง มีหน่วยที่ใช้วัดกำกับ ตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องหรือใกล้เคียงกับ
ความเป็นจริงในการวัดจะต้องพิจารณาว่า จะวัดอะไร จะใช้เครื่องมืออะไรวัด เหตุใดจึงใช้
เครื่องมือนั้น จะวัดอย่างไร

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวัดแต่ละครั้ง คือความเที่ยงตรง แม่นยำใน
การวัดและค่าที่ถูกต้อง การวัดปริมาณใด ๆ มักจะเกิดความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ
วิธีแก้ความคลาดเคลื่อนทำได้โดยการวัดหลาย ๆ ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย การที่นักเรียน
จะมีทักษะในการวัด จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ

2.3 ทักษะการจำแนก คือ การจำแนกหรือการจัดจำพวกวัตถุหรือ
เหตุการณ์ เป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจ
พิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กัน อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
การจำแนกประเภทอาจทำได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด การจำแนกประเภท
ไม่จำกัดอยู่เฉพาะในวงการวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่สามารถนำไปใช้ในสาขาวิชาอื่น
และในชีวิตประจำวันได้

2.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปส คือ ที่ว่าง สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุครองอยู่ ถ้าจะให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน เช่น ถ้าตัวเราลงไปแช่อยู่ในน้ำซึ่งอยู่ในถังจนมิดหัว แล้วนำไปแช่ในแจกัน ตัวเราก็จะถูกฝังอยู่ในแจกันน้ำแข็งนั้น หากเรามีความสามารถพิเศษหายตัวออกจากแจกันน้ำแข็งนั้นไป ที่ว่างที่อยู่ในแจกันน้ำแข็งนั้นก็คือ สเปสของตัวเรานั่นเอง

2.5 ทักษะการคำนวณ คือ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล โดยมีลักษณะของการคำนวณ คือ นับจำนวน ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ แสดงวิธีคิดคำนวณ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ย ซึ่งได้มาจากข้อมูล นั้นหมายถึง ข้อเท็จจริงที่จะนำไปใช้ในการอ้างอิงหรือคำนวณ เราแบ่งข้อมูลตามระดับความยากง่ายในการทำทำความเข้าใจได้ 2 ประเภท คือ ข้อมูลดิบ เป็นข้อมูลที่ทำให้ทำความเข้าใจยาก ได้จากการสังเกต การวัด การจำแนก การคำนวณ ฯลฯ และข้อมูลที่จัดกระทำแล้ว เป็นข้อมูลที่ทำให้ทำความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งได้มาจากการนำข้อมูลดิบมาตัดแปลงใหม่นั้นเอง การตัดแปลงข้อมูลดิบให้ทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้นดังกล่าว สามารถทำได้ 4 วิธี คือ หาค่าเฉลี่ย จัดลำดับ แยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่

2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่ได้ออกมาแล้วมาแสดงหรือนำเสนอในรูปแบบใหม่ เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นอีก รูปแบบใหม่ที่สามารถแสดงหรือนำเสนอมีหลายรูปแบบเช่น ตาราง แผนภูมิ วงจร กราฟ สมการ และบรรยาย

2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ การใช้ประสาทสัมผัสสัมผัสสิ่งของหรือเหตุการณ์ให้ได้ข้อมูลอย่างหนึ่ง แล้วเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปให้กับข้อมูลนั้น ความคิดเห็นส่วนตัวอาจได้มาจาก ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม หรือเหตุผลต่าง

2.8 ทักษะการพยากรณ์ คือ การทำนายผล เหตุการณ์ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล หลักการ กฎ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนาย

2.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ การทำนายผล เหตุการณ์ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยไม่ทราบ หรือไม่มีความสัมพันธ์ของข้อมูล กฎ หลักการ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนาย หรืออาจพยากรณ์ โดยอาศัยประสบการณ์ หรือความรู้เดิม หรืออาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูล

2.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ในการทดลองเพื่อตรวจสอบ

สมมติฐานนั้น อาจมีคำ หรือข้อความ ในสมมติฐานที่มีความหมายได้หลายอย่าง ทำให้เข้าใจไม่ตรงกัน และอาจสังเกตเห็นหรือวัด หรือตรวจสอบได้ยาก จึงจำเป็นต้องกำหนด ความหมายของคำ หรือข้อความนั้น ให้สามารถเข้าใจตรงกันได้ และสามารถสังเกต หรือตรวจสอบได้ง่าย อันเป็นการจำกัดขอบเขตของการศึกษาทดลอง การกำหนด ความหมายของคำหรือข้อความจึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังนั้นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จึงมีจุดประสงค์เพื่อ ให้เข้าใจตรงกัน ให้สังเกต หรือวัด หรือตรวจสอบได้ง่าย

2.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ตัวแปร คือ วัสดุ สิ่งของ หรือสถานการณ์ หรือปริมาณ ที่สามารถทำให้ผลของการทดลองออกมาผิด หรือถูกต้อง น่าเชื่อถือหรือไม่ แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือตัวแปรที่เป็นต้นเหตุ ให้เราคาดว่า ทำให้ผลออกมาต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากตัวแปรต้น

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งที่เราต้อง หรือควบคุมให้เหมือนกัน เพื่อให้แน่ใจว่า ผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

2.12 ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อทดสอบ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

2.12.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลอง เพื่อบอกวิธีทดลอง ให้รู้ว่า จะทำการทดลอง หรือปฏิบัติอย่างไร จะเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ หรือสารเคมีที่จะใช้ทดลอง ให้รู้ว่า จะต้องใช้อะไร จำนวนเท่าไร และใช้อย่างไร

2.12.2 การปฏิบัติการทดลอง ต้องสามารถทดลองได้สะดวก ปลอดภัย รวดเร็ว เทียงตรง เห็นผลได้ชัดเจน และประหยัดการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะต้องใช้ทักษะด้านอื่น ๆ ประกอบอีกมาก เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น

2.12.3 การบันทึกผลการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องจาก การปฏิบัติการทดลอง กล่าวคือ เมื่อผู้ทดลองได้สังเกต ได้วัดปริมาณ ได้นับจำนวน หรือ ได้ให้คะแนนอย่างไร ก็บันทึกผลตามนั้น ลงในแบบบันทึกที่ได้เตรียมไว้ ซึ่งแบบบันทึกนี้ จัดเป็นวัสดุอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ต้องเตรียมไว้

ผู้มีทักษะการทดลองควรมีคุณลักษณะ สามารถออกแบบการทดลอง ได้เหมาะสม (เที่ยงตรง รวดเร็ว ปลอดภัย ประหยัด ฯลฯ) ต้องรู้จักเลือกวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้เหมาะสม และใช้อุปกรณ์ เครื่องมือได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว ปลอดภัย มีการบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม ตลอดจนทำความสะอาด จัดเก็บ อุปกรณ์หรือเครื่องมือได้

2.13. การตีความหมายและการลงข้อสรุปข้อมูล คือ การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการ อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพ หรือกราฟ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและ กะทัดรัด สะดวกต่อการนำไปใช้ และการนำข้อมูลไปใช้จำเป็นต้องตีความหมายข้อมูล ดังกล่าวให้อยู่ในรูปของภาษาพูด หรือ ภาษาเขียน ที่สื่อความหมายกับคนทั่ว ๆ ไปได้ โดยเป็นที่เข้าใจตรงกัน

3. ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. ทักษะการสังเกต	1.1 การชี้บ่งและการบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. ทักษะการวัด	2.1 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษา 2.2 ใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ 2.3 คิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ ในกรณีที่ไม่อาจใช้เครื่องมือวัดปริมาณนั้นได้โดยตรง 2.4 เลือกหน่วยที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย ๆ นิยมใช้ค่าอุปสรรคแทนพหุคูณปริมาณนั้น ๆ 2.5 บอกความหมายของปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือ ปริมาณที่ได้จากการวัด ละเอียดถึงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของหน่วยย่อยที่สุดเท่านั้น 2.6 บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้
3. ทักษะการจำแนก	3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ตาราง 4 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา	<p>4.1 การชั่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดได้</p> <p>4.2 สามารถวาดภาพ 2 มิติ จากวัตถุ หรือภาพ 3 มิติที่กำหนดได้</p> <p>4.3 บอกชื่อของรูป และรูปทรงเรขาคณิตได้</p> <p>4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้</p> <p>4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้</p> <p>4.6 บอกได้ว่าวัตถุอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง</p> <p>4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้</p> <p>4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของที่อยู่น่ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้</p> <p>4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้</p>
5. ทักษะการคำนวณ	<p>5.1 หาผลลัพธ์ของการบวก และการลบปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง</p> <p>5.2 หาผลลัพธ์ของการคูณ และการหาปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง</p> <p>5.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูลโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องการแปรผันการสร้างสมการมาสร้างเป็นสูตรได้</p> <p>5.4 คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีค่าอุปสรรคประกอบหน่วยได้อย่างถูกต้อง</p>
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	<p>6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้การเสนอข้อมูลได้เหมาะสม</p> <p>6.2 บอกเหตุในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล</p> <p>6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น 6.5 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	สามารถอธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. ทักษะการพยากรณ์	8.1 พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 8.2 พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ 8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมได้ 9.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้ 9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	10.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้ 10.2 แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่เชิงปฏิบัติการได้ 10.3 สามารถบ่งชี้ตัวแปรหรือคำที่ต้องการใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	11.1 บ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมหรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้ 11.2 บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตาราง 4 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	11.3 สร้างวิธีการทดสอบ หาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลายตัวได้ 11.4 ป่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันในทุกกรณี 11.5 บอกได้ว่าสภาพการณ์อย่างไรที่ทำให้ตัวแปรมีความคงที่และสภาพการณ์อย่างไรไม่ทำให้ค่าตัวแปรคงที่
12. ทักษะการทดลอง	12.1 กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยคำนึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม 12.2 ระบุวัสดุอุปกรณ์ หรือสารเคมี ที่จะต้องใช้ในการทดลอง 12.3 ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และปลอดภัย 12.4 บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	13.1 สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ 13.2 นำข้อมูลจาก กราฟ แผนภูมิ ดังกล่าวให้อยู่ในรูปของภาษาพูด หรือ ภาษาเขียน ที่สื่อความหมายได้ โดยเป็นที่เข้าใจตรงกัน

4. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่พยายามวัดคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้การสอนโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การทดสอบ การตอบแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน เช่น การรวบรวมตัวอย่างงานที่ผู้เรียนจัดทำ การบันทึกเทปการทำงานของผู้เรียน

บทบาทของการประเมินผลต่อการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้สอนที่เน้นการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรมียุทธวิธีที่จะประเมิน การได้มาซึ่งทักษะเหล่านี้ เพื่อเป็นการบอกให้ตัวครูผู้สอนทราบถึงประสิทธิภาพใน การสอนของตนเอง ดังนั้นการประเมินผลจึงมีผลต่อการสอน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลง หลักสูตรอาจไม่ส่งผลต่อการสอนเหมือนกับการประเมิน ซึ่งการประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2542, หน้า 166-182)

3.1 การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-Choice Paper and Pencil Tests) เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะง่ายต่อ การวิเคราะห์ผล การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะเหมาะสำหรับ การจัดการความรู้ความจำในเนื้อหาวิชา ส่วนการวัดทักษะกระบวนการจะนิยมวัด จากสภาพจริงขณะนักเรียนปฏิบัติงาน หรือชิ้นงานของนักเรียน

3.2 การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) เป็นการประเมินการลงมือปฏิบัติการทำงานจริงซึ่ง แบบประเมินจะมีหลายชนิด เช่น แบบทดสอบปลายเปิด แบบสอบถาม แบบสังเกต พฤติกรรมแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ อารีย์ วชิรวราการ (2542, หน้า 143) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนว่า หมายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียนที่บ้านและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ คนส่วนมากเข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์ เกิดจากการเรียนการสอนแต่ภายในโรงเรียนและมองแต่ในแง่ความรู้ความเข้าใจ แต่ในทางที่เป็นจริงแล้ว ความรู้สึก ค่านิยมก็เป็นผลจากการฝึกสอนและอบรม

ซึ่งนับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544, หน้า 23) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จ ความสมหวังในการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่าง ๆ เช่น สูง กลาง และต่ำ เป็นต้น

อัญชญา โพธิพลากร (2545, หน้า 93) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain)

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมหรือความสามารถของผู้เรียนที่ผู้เรียนแสดงออกหลังจากการจัดการเรียนการสอนคุณลักษณะความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือในการวัด โดยวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ 6 ด้าน คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) การประเมินค่า

2. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิมล สิมเศรชโล (2527, หน้า 33) ได้กล่าวถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนนั้น

1. ประกอบด้วยพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึงความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัด และพื้นความรู้เดิม

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึงสภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน โรงเรียนและระบบการเรียนความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอน หมายถึง การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ว่าตนเองได้ดำเนินการถูกต้องหรือไม่

ปณตพร โจทย์กิ่ง (2530, หน้า 34-35) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้

1. คุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางสมองและความพร้อมทางสติปัญญาความพร้อมทางด้านร่างกายและความสามารถทางด้านร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ ซึ่งได้แก่ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติและค่านิยม
 2. คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่ สติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้ทักษะทางร่างกาย คุณลักษณะจิตใจ สุขภาพ ความเข้าใจในสถานการณ์
 3. พฤติกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอนจะต้องมีพฤติกรรมที่มีความเป็นมิตรกัน เข้าอกเข้าใจกัน
 4. คุณลักษณะของกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ โครงสร้างของกลุ่มตลอดจน ความสัมพันธ์ของกลุ่มเจตคติ ความสามัคคี
 5. คุณลักษณะของพฤติกรรมเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนองต่อการเรียน มีเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมในการเรียน ความสนใจต่อบทเรียน
 6. แรงผลักดันภายนอก ได้แก่ บ้าน ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างคนในบ้านดี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (น้ำเพชร สินทอง, 2541, หน้า 16) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ตั้งแต่เด็กเกิดมา และเจริญเติบโตในครอบครัวจนกระทั่งเข้าสู่วัยเรียน ได้แก่ คุณลักษณะของนักเรียนคุณภาพ การจัดการเรียนในโรงเรียน ความสามารถติดตัวมาแต่กำเนิดและภูมิหลังของครอบครัว
- น้ำเพชร สินทอง (2541, หน้า 16) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอสรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบทางร่างกายได้แก่ การเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพ ข้อบกพร่อง และลักษณะท่าทางของร่างกาย
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา ความสัมพันธ์ ระหว่างบิดามารดากับบุตร ความสัมพันธ์ระหว่างบุตรและสมาชิกในครอบครัว องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ชนบทธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อม การอบรมเลี้ยงดูของผู้ปกครอง และฐานะทางเศรษฐกิจขององค์ประกอบด้านความสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ ในวัยเดียวกัน องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติและแรงจูงใจ องค์ประกอบทางการปรับตัว คือ การปรับตัวและการแสดงอารมณ์

จากแนวคิดเกี่ยวกับผลการเรียนดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กจะต้องประกอบด้วย สติปัญญาของเด็ก สิ่งแวดล้อมทางครอบครัวซึ่งหมายถึงการที่เด็กได้รับความรักเอาใจใส่จากครอบครัว ทางสังคมได้แก่อยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้ไม่ใช่สังคมที่มีแต่ปัญหาไม่ว่าจะเป็นปัญหา ยาเสพติดหรือปัญหาครอบครัว ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียน ซึ่งถ้าหากพ่อแม่และครูดูแลเอาใจใส่ให้เด็กเจริญเติบโตพัฒนาทางร่างกาย จิตใจ และเสริมสติปัญญาที่ถูกทิศทาง ก็จะเจริญเติบโตพร้อมกับความสำเร็จในด้านการเรียน และในที่สุดก็จะกลายเป็นคนดี และรับผิดชอบในสังคมต่อไป

3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2541, หน้า 78-82) ให้ความหมายของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านมาแล้วซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้าง กับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียนคือเขียนข้อสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้สอนซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างและมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test) ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่า ข้อสอบแบบ กาถูก-ผิด คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าว เป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้ามเช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ลักษณะทั่วไป

ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์(ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายข้อสอบอรรถนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) ลักษณะโดยทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยี่น) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรโดยวิธีหนึ่งตามที่ยุ้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวงปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545, หน้า 98) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนที่ได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมบูรณ์ ต้นยะ (2545, หน้า 143) ให้ความหมายว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในเรื่องที่เรียนรู้มาแล้วหรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทางด้านความรู้ ความสามารถและทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้หรือได้รับการสอนหรือฝึกฝนมาแล้วว่าผู้เรียนมีความรอบรู้มากเพียงใด

ความพึงพอใจ

1. ความหมายความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นคำที่มีความหมายที่หลากหลายดังต่อไปนี้

มณี โพธิเสน (2553, หน้า 35) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่าเป็นความรู้สึกยินดี เจตคติที่ดีของบุคคล เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการของตนทำให้เกิดความรู้สึกดีในสิ่งนั้น ๆ

กรชกร ชวติ (2554, หน้า 6) ได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี หรือมีเจตคติที่ดีของบุคคลนั้น ๆ เมื่อได้รับการตอบสนองตามความคาดหวังและตามความต้องการของตนเองจึงทำให้เกิดความรู้สึกที่ดี ๆ ต่อสิ่งนั้น ๆ

ศุภศิริ โสมาเกตู (2556, หน้า 48) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงาน หรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึงความรู้สึกพอใจ ชอบใจ ในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

ศลใจ วิบูลย์กิจ (2556, หน้า 42) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง สภาพของอารมณ์บุคคลที่มีต่อองค์ประกอบของงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลนั้น ๆ

ประสาท อิศรปรีดา (2547, หน้า 300) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นพลังที่เกิดจากพลังทางจิตที่มีประสิทธิภาพไปเป้าหมายที่ต้องการ และหาสิ่งที่ต้องการมาตอบสนอง

ชูศรี การเกษ (2557, หน้า 16) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจในการเรียนรู้ จึงหมายถึง ความรู้สึก พอดี ชอบใจ ในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

รีเบอร์ (Reber, 1985, p. 660) กล่าวถึง ความพึงพอใจว่าเป็นสภาวะทางอารมณ์ (Emotional State) ของบุคคลที่นำไปสู่เป้าหมายความสำเร็จ

กล่าวโดยสรุป ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งต่าง ๆ ในทางบวก และเป็นความรู้สึกที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาหรือสถานการณ์เปลี่ยนไป ดังนั้น ความพึงพอใจของนักเรียน จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจที่มีต่อกรได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนจนบรรลุผลหรือเป้าหมายในการเรียนรู้

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ได้รับประสบการณ์ และแสดงออกหรือมีพฤติกรรมตอบสนองในลักษณะแตกต่างกันไป ความพึงพอใจต่อสิ่งต่าง ๆ นั้นจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงจูงใจ การสร้างแรงจูงใจหรือการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ กับผู้ปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้งานหรือสิ่งที่ทำนั้นประสบความสำเร็จ การศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจเป็นการศึกษาตามทฤษฎีทางพฤติกรรมศาสตร์ ที่เกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ มีดังต่อไปนี้

สก๊อทท์ (ศุภศิริ โสมาเกตู, 2556, หน้า 49 ; อ้างมาจาก Scott, 2000, p. 124) เสนอแนวคิดในการสร้างแรงจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติมีลักษณะ ดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว งานจะมีความหมายต่อผู้ทำ
2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงาน ต้องมีลักษณะดังนี้
 - 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
 - 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง
 - 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

เมื่อนำแนวคิดของสก๊อทท์ มาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนมีแนวทาง ดังนี้

1. ศึกษาความต้องการ ความสนใจของผู้เรียน และระดับความสามารถหรือพัฒนาการตามวัยของผู้เรียน
2. วางแผนการสอนอย่างเป็นกระบวนการและประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพ
3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมและกำหนดเป้าหมายในการทำงาน สะท้อนผลงานและการทำงานร่วมกันได้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2557, หน้า 139–144) กล่าวถึงทฤษฎีการจูงใจของนักการศึกษาต่าง ๆ ดังนี้

1. ทฤษฎีการจูงใจ ERG ของแอลเดอร์เฟอร์ (Alderfer) กล่าวว่าความต้องการของมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1.1 ความต้องการเพื่อดำรงชีวิต (Existence Needs) หรือ E เป็นความต้องการทางร่างกายและปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต

1.2 ความต้องการด้านความสัมพันธ์ (Relatedness Needs) หรือ R เป็นความต้องการที่จะมีความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ เช่น สมาชิกในครอบครัว เพื่อนฝูง เพื่อนร่วมงานและคนที่ต้องการจะมีความสัมพันธ์ด้วย

1.3 ความต้องการความเจริญก้าวหน้า (Growth Needs) หรือ G เป็นความต้องการที่จะพัฒนาตนเองตามศักยภาพสูงสุด

2. ทฤษฎีการจูงใจของ แมคคลีแลนด์ (McClelland) เชื่อว่าความต้องการเป็นการเรียนรู้จากการมีประสบการณ์ และมีอิทธิพลต่อการรับรู้สถานการณ์ และมีอิทธิพลต่อการรับรู้สถานการณ์และแรงจูงใจสู่เป้าหมาย โดยแบ่งความต้องการออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1 ความต้องการสัมฤทธิ์ผล (Needs for Achievement) เป็นพฤติกรรมที่จะกระทำการใด ๆ ให้ผลสำเร็จ เป็นแรงขับที่นำไปสู่ความเป็นเลิศ

2.2 ความต้องการสัมพันธ์ (Needs for Affiliation) เป็นความปรารถนาที่จะสร้างมิตรภาพและมีความสัมพันธ์อันดีกับผู้อื่น

2.3 ความต้องการทางอำนาจ (Needs for Power) เป็นความต้องการควบคุมผู้อื่นที่มีอิทธิพลต่อผู้อื่น และต้องการควบคุมผู้อื่น

การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนที่ได้รับมอบหมาย หรือที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ครูผู้สอน จึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน มีแนวคิดพื้นฐานที่ต่างกัน ดังนี้ (ศุภศิริ โสมาเกตู, 2556, หน้า 53)

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการตอบสนอง

2. ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจ และผลการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองของความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Rewards) และผลตอบแทนภายนอก (Extrinsic Rewards)

แนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำมาปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนจึงต้องมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรม วิธีการสื่ออุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อตอบสนองความพึงพอใจให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน จนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนในแต่ละครั้งโดยให้ผู้เรียนได้รับผลตอบแทนจากการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยเฉพาะผลตอบแทนภายในหรือรางวัลที่เป็นความรู้สึกของผู้เรียน เช่น ความรู้สึกถึงความสำเร็จของตนเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ ได้ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ โดยครูอาจให้ผลตอบแทน

ความพึงพอใจในการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก คือเมื่อเกิดความพึงพอใจ จะเกิดผลที่ดีต่อการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ดีหรือที่น่าพอใจทำให้เกิดความพึงพอใจ กิจกรรมที่จัดจึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่ทำให้แรงจูงใจจนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้

3. การวัดความพึงพอใจ

บุญธรรม กิจปริดาภิรุตย์ (2543, หน้า 294-306) กล่าวถึงมาตรวัดทัศนคติ (Attitude Scale) ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจ เรียกว่า มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งในการวัดทัศนคติหรือความรู้สึกนึกคิดของคนเราต่อสิ่งหนึ่ง เราต้องเสนอข้อความแสดงทัศนคติต่อสิ่งนั้น ๆ หลาย ๆ ข้อความ ให้ผู้รับการทดสอบประเมินค่าแต่ละข้อความถือเป็น 1 มาตรฐาน แล้วนำคะแนนจากมาตรต่าง ๆ มารวมเป็นคะแนนรวม และยึดคะแนนนี้เป็นหลักในการตีความ เนื่องจากถือว่าข้อความต่าง ๆ ก็วัดจากทัศนคติต่อสิ่งเดียวกัน การที่ต้องมีข้อความหลายข้อความเพื่อให้ได้ข้อความที่เที่ยงน่าเชื่อถือมากขึ้น เครื่องมือวัดทัศนคติที่นิยมใช้และรู้จักกันแพร่หลายมี 4 ชนิด ได้แก่ มาตรวัดแบบเทอร์สโตน (Thurstone Type Scale) และมาตรวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) มาตรวัดแบบกัตต์แมน (Guttman Scale) และมาตรวัดของออสกู๊ด (Osgood Scale)

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธ์ (2549, หน้า 84) กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นในการวัดความพึงพอใจไว้ดังนี้

1. การศึกษาความพึงพอใจ เป็นการศึกษาคิดเห็น และความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะความคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อยก็เป็นการแสดงความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่ไม่เปลี่ยนแปลงไป ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

2. ความพึงพอใจจะไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง ดังนั้นการหาความพึงพอใจจึงจะเป็นการวัดความพึงพอใจทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออก หรือประพฤติปฏิบัติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช้พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

3. การศึกษาความพึงพอใจของมนุษย์นั้น ไม่ใช่สนใจเฉพาะทิศทางของความพึงพอใจของบุคคลเหล่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของความพึงพอใจ

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถที่จะทำการวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวัดด้วย จึงจะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าเชื่อถือได้

4. แนวทางในการสร้างความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และศึกษาการสร้างแบบสอบถามจากตำราวัดผลทางการศึกษาของ สมณี กัททิยธนี (2556, หน้า 36-42) มีลำดับการสร้างดังนี้

1. ศึกษาข้อความแสดงถึงความพึงพอใจและสร้างแบบสอบถาม จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนนของความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 5 4 3 2 1 และกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ	5	4.50 – 5.00	หมายถึง พพอใจมากที่สุด
ระดับ	4	3.50 – 4.49	หมายถึง พพอใจมาก
ระดับ	3	2.50 – 3.49	หมายถึง พพอใจปานกลาง
ระดับ	2	1.50 – 2.49	หมายถึง พพอใจน้อย
ระดับ	1	0.50 – 1.49	หมายถึง พพอใจน้อยที่สุด

2. การกำหนดข้อความในแบบสอบถามควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 ข้อความแสดงถึงความรู้สึก ความเชื่อ หรือความตั้งใจในการกระทำ
สิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป ไม่ใช่เป็นข้อเท็จจริง

2.2 ข้อความต้องสั้น เข้าใจง่ายและชัดเจน ข้อความมีคุณภาพจะใช้

3. นำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 20 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา
เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามกับ
ขอบเขตเนื้อหาการวัด 4 ด้าน และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

4. ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามที่คุณเชี่ยวชาญเสนอแนะ แล้วพิมพ์
แบบสอบถามเป็นฉบับจริงเพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

มานัส จันทร์อยู่ (2556, หน้า 76-77) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
ด้วยกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลัง
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัลภา บุญอากาศ (2556, หน้า 54) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ตำบลหนองตาแดง
อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี
เขต 2 จำนวน 43 คน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 18 คนและกลุ่มควบคุมจำนวน 25 คน
ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาพร เสียมสกุล (2556, หน้า 137-140) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาโดยใช้ผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

พรพิศ ผิวหอม (2557, หน้า 124-128) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการอ่านภาษาไทยเชิงวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีจุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและตรวจสอบประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการอ่านภาษาไทยเชิงวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาไทยเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการอ่านภาษาไทยเชิงวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.73/82.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 2) ความสามารถในการอ่านภาษาไทยเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90

วาสนา ศิริจันทร์ (2557, หน้า 98-99) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก

กรรณิกา ศรีสมบัติ (2558, หน้า 92-96) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนกพืช และสัตว์ โดยใช้รูปแบบชิปปา (CIPPA Model) ประกอบผังกราฟิก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา (CIPPA Model) ประกอบ ผังกราฟิก เรื่อง การจำแนกพืชและสัตว์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.34/87.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบชิปปาประกอบผังกราฟิก มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกพืชและสัตว์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบชิปปา (CIPPA Model) ประกอบผังกราฟิก เรื่อง การจำแนกพืชและสัตว์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

พัทตร์พริ่ง เพชรอินทร์ (2558, หน้า 90) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง อัตราส่วนร้อยละ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาแกสามัคคีวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 27 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพัตรา ผลจันทร์ (2558, หน้า 89) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง พืชสมุนไพรในท้องถิ่น ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ ชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง พืชสมุนไพรในท้องถิ่น โดยภาพรวมนักเรียน มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

กมลวรรณ วิพรรณนะ (2559, หน้า 108-110) ได้ศึกษาการพัฒนา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เทคนิค TAI และเทคนิค LT วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านใหญ่พิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 16 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมี

ความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมืออยู่ในระดับมาก

ชนิษฐา กฤษวี (2559, หน้า 97-100) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก

2.1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ให้ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75 2.2) เปรียบเทียบการคิดสร้างสรรค์หลังเรียน ให้ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75 2.3) เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ให้ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75 3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจ ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา และขั้นนำไปปฏิบัติ 2) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้

2.1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก ผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิกมีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก มีการคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) เจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยสรุป การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน เน้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดต่าง ๆ และส่งเสริม

ให้กิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์นำวิธีการนี้ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกระดับชั้น

วิไลวรรณ สมบูรณ์ (2559, หน้า 100–103) ได้ทำวิจัยเรื่อง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และความฉลาดทางอารมณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ เรื่อง การเมืองการปกครอง โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ

- 1) ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ เรื่อง การเมืองการปกครอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80
- 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ และ
- 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก และการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ ผลการวิจัยพบว่า

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การเมืองการปกครอง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.89/81.61 และ 81.30/80.76 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80
- 2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การเมืองการปกครอง มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5913 และ 0.5910 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 59.13 และ 59.10 ตามลำดับ
- 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการคิดวิเคราะห์และความฉลาดทางอารมณ์ไม่แตกต่างกัน

น้ำผึ้ง เสนดี (2560, หน้า 161–162) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์พิตายาคม อำเภอโพธาราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

รวงทอง เปลี่ยนเอก (2560, 132) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนการสอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาระเพิ่มเติม วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนอากาศอำนวย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 23 จำนวน 41 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กวีชัย จำปา (2560, หน้า 88) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยใช้การจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 39 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 76.86/75.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริรักษ์ แก้วหานาม อนันต์ ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแห่งพล (2562, หน้า 21) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้อย่างร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังโน้ตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังโน้ต เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.55/80.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4) ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 อยู่ในระดับมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Ocampo & Ocampo (2015, pp. 112–117) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ในรายวิชาฟิสิกส์ ใช้แบบทดสอบกึ่งสำเร็จรูป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม มาตรฐานทัศนคติ ทั้งหมด 50 รายการ มีค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือเท่ากับ 0.82 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่า t-test ชนิด Dependent Samples ผลการศึกษาพบว่าก่อนที่จะมีการวิจัยทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ไม่เป็นที่น่าพอใจ แต่หลังจากทำการทดลองแล้วกลุ่มทดลองมีทัศนคติต่อวิชาฟิสิกส์ดีขึ้น และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

Abdul (2015, p. 25) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเขียน กรณีศึกษานักเรียนเตรียมอุดมศึกษาที่ UMM-AL-QURA มหาวิทยาลัย พบว่ารูปแบบ ผังกราฟิกมีความสามารถในการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีผลต่อทัศนคติที่มีต่อทักษะในการเขียน ผลการวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า ผังกราฟิกสามารถสนับสนุนการเขียนการเรียนรู้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Ilhan (2016, p. 56) ได้ศึกษาอิทธิพลของผังกราฟิกในผลกระทบ ต่อการเรียนรู้คำศัพท์และอารมณ์ความรู้สึกในการศึกษาทางสังคมของนักเรียน พบว่า ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยผังกราฟิกประสบความสำเร็จมากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ ในแง่ของการปรับปรุงความรู้ความเข้าใจในคำศัพท์ทั่วไปและการก้าวกระโดด ที่มีความหมายในการแสวงหาความหมายของคำเป้าหมาย นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ผังกราฟิกออร์กาไนเซอร์ประเภทต่าง ๆ ได้พัฒนาอารมณ์ความรู้สึกที่ดีขึ้น มากกว่ากระบวนการเรียนรู้ตามบริบทในสังคมศึกษา

Ojo & Egbon (2017, p. 6) ได้ศึกษาผลของการใช้แผนที่แนวคิดในการพัฒนา ผลสัมฤทธิ์และความคงทนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น ในรัฐ Ekiti ประเทศไนจีเรีย พบว่า 1) การทดสอบก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับ ไม่มีความแตกต่างกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่มได้รับการคัดเลือกเป็นเนื้อเดียวกัน

2) คะแนนเฉลี่ยที่ได้รับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) คะแนนเฉลี่ยสะสมที่มีความคงทนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) นักเรียนที่เรียนโดยการทำแผนที่แนวคิดมีประสิทธิภาพดีกว่า

Rabgay (2017, pp. 265–280) ได้ศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง การคายน้ำ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเทศภูฏาน จำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 41 คน และกลุ่มควบคุม 41 คน กลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่วนกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม คือการบรรยาย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนมากกว่าคะแนนควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการวิเคราะห์ทัศนคติของนักเรียนพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติต่อชีววิทยาดีขึ้น

Engr (2018, pp. 169–173) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ในรายวิชาเคมี ที่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน โดยทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนเคมีทั่วไปและอนินทรีย์ แบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบก่อนเรียน ทั้ง 2 กลุ่ม แล้วจัดการเรียนการสอนเคมีทั่วไปและอนินทรีย์ โดยกลุ่มทดลองจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ส่วนกลุ่มควบคุม จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวิธีการแบบเดิม (การบรรยายอภิปราย) ใช้เวลาในการศึกษา 7 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการทดสอบหลังเรียน พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นว่า การจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวิธีการแบบเดิม (การบรรยายอภิปราย) แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีการพัฒนาการตอบคำถามเกี่ยวกับทักษะการคิดขั้นสูง ในระดับต่าง ๆ ดีขึ้น เช่น ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินผลที่ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาเอกสารและแนวคิดของนักการศึกษา ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และผังกราฟิกนั้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนแบบร่วมมือ ช่วยกันคิด ช่วยกันเรียน

คนเก่ง และคนปานกลางได้ช่วยอธิบายให้คนอื่นเข้าใจ และมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพิจารณาทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การแสวงหาความรู้ใหม่ และการยอมรับซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เพราะนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข พร้อม ๆ กับพัฒนาความดีงาม และความรู้ความสามารถควบคู่กันไป ขณะเดียวกันผังกราฟิกที่นำมาช่วยในการสรุปบทเรียนยังจะช่วยเพิ่มความจำ ความเข้าใจ ในแต่ละบุคคลได้อีกด้วย จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางนี้ไปใช้ในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนของการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านโป่งแพ่งเจียรนวนนทบุรี 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรปราการ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 30 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 31 คน รวมทั้งหมด 61 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนบ้านโป่งแพ่งเจียรนวนนทบุรี 5 มีนักเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่าง

แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ภายในห้องเรียนเดียวกันประกอบด้วยนักเรียนที่คละเพศ และคละความสามารถทางการเรียน

แบบแผนของการวิจัย

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง รูปแบบกลุ่มเดียว คือ กลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) (บุญชม ศรีสะอาด, 2551, หน้า 39) ดังตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

(One-Group Pretest-Posttest Design)

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

X หมายถึง การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (Multiple Choice) โดยกำหนดว่า ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (Multiple Choice) โดยกำหนดว่า ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้แบบสอบถามเป็นมาตราวัดประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale)

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 เพื่อให้ทราบเนื้อหา สาระ มาตรฐานและตัวชี้วัด

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 ศึกษาและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ กิจกรรมการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภาระชิ้นงาน และเครื่องมือ/การวัดผล สาระฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียดแสดงตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ กิจกรรมการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
ภาระชิ้นงาน และเครื่องมือ/การวัดผล สาระพินิจส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	กิจกรรม การเรียนรู้	คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
1. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบ โปเจกไทล์ และทดลอง การเคลื่อนที่แบบ โปเจกไทล์	1. ลักษณะของ การเคลื่อนที่แบบโปเจก ไทล์ 2. ปริมาตรที่ เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบโปเจก ไทล์	1. อธิบาย ความหมายและ ลักษณะของ การเคลื่อนที่แบบ โปเจกไทล์ได้ 2. ทำการทดลอง ทว่าการเคลื่อนที่แบบโปเจกไทล์ได้	1. การสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. การจำแนก ประเภท 4. การหา ความสัมพันธ์ ระหว่างสเปส ะหว่างสเปส กับสเปส และ ระหว่างสเปส กับเวลา	การเรียนรู้ แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับ ผังกราฟิก	1. ซื่อสัตย์ สุจริต 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นใน การทำงาน	1. ใบกิจกรรม 2. แบบทดสอบ ย่อย 3. ใบความรู้	1. แบบทดสอบ ก่อน-หลังเรียน 2. แบบทดสอบ วัดทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์ 3. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 6 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	กิจกรรม การเรียนรู้	คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
	3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เมื่อจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน	3. เขียนกราฟระหว่างแนวการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวตั้งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้	5. ทักษะการคำนวณ 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 8. ทักษะการพยากรณ์ 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				

ตาราง 6 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	กิจกรรม การเรียนรู้	คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวล ของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการโคจรของดาวเทียม	4. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม 5. การเคลื่อนที่บนทางโค้ง 6. การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	1. อธิบายความหมายและลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลม 2. ทำการทดลอง และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีวงกลม อัตราเร็วของการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้ 3. มีทักษะการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้ 4. ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12. ทักษะการทดลอง 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	1. ซื่อสัตย์สุจริต 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. ใบกิจกรรม 2. แบบทดสอบย่อย 3. ใบความรู้	1. แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน 2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4 นำหน่วยการเรียนรู้มาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ออกแบบการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ แล้วจัดทำ แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผนการจัดการ เรียนรู้ ใช้เวลาเรียน 18 ชั่วโมง ไม่รวมทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง โดยจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม และได้กำหนดเรื่องของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการ เรียนรู้ รายละเอียดแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลา

แผนการ จัดการ เรียนรู้	สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ลักษณะของการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์	แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
2	ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
3	การเคลื่อนที่แบบโพรเจก ไทล์เมื่อจุดเริ่มต้น และ จุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับ เดียวกัน	แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
4	ลักษณะการเคลื่อนที่ แบบวงกลม	แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
5	การเคลื่อนที่บนทางโค้ง	แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
6	การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก	3
รวม			18

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อประธาน และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการพิจารณาจากประธาน และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา ด้านหลักสูตร และการสอน ด้านการวัดผลประเมินผล ตรวจสอบพิจารณาด้านความตรงกับตัวชี้วัด และความตรงเชิงเนื้อหาตามหลักสูตร ตลอดจนข้อเสนอการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังนี้

1.6.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.6.2 นายจิระวัฒน์ สุขศรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร

1.6.3 นายณัฐกร นันทแพง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องและความเป็นไปได้ ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและ แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64-65)

- ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง
- ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง
- ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมไม่สอดคล้อง

นำคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence; IOC) ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้อง

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 0.91

1.7 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยของระดับความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ได้ 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ได้ 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ได้ 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ได้ 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ได้ 1 คะแนน

เกณฑ์และการแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.63 แสดงว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่องการเคลื่อนที่แนวโค้ง มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนนท์อุทิศ 5 ตำบลโพธิ์ไพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทุกแผนการสอน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.9 แก้ไขและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์เป็นต้นฉบับเพื่อนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้
กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลการพัฒนาทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ
ผังกราฟิก ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบ
ที่ใช้กับนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผัง
กราฟิก ซึ่งรายละเอียดดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 สร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดยยึดตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ และการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบจากเอกสารต่าง ๆ

1.4 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหา
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

1.5 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ

1.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น
เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการวินิจฉัยที่
เห็นสมควรของผู้เชี่ยวชาญโดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์
การเรียนรู้ (IOC) ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยชุดเดิม
โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้อง
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.7 นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) อยู่ในเกณฑ์ที่มีความเที่ยงตรงที่ใช้ได้ คือ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (ภาคผนวก ข)

1.8 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

1.9 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโป่งแพ่งเจียรนวนนท์อุทิศ 5 ตำบลโพธิ์ไพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งผ่านการเรียนมาแล้วจำนวน 52 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

1.9.1 ความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ คือ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) และค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.8 คัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ไว้ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.82 ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด (ภาคผนวก ข)

1.9.2 นำข้อสอบนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (สุรวาท ทองบุ, 2550, หน้า 111) ซึ่งพบว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.91 (ภาคผนวก ข)

1.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.11 ผลการเปรียบเทียบจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ (ที่)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ													รวม (ข้อ)
	การสังเกต (ข้อ)	การวัด (ข้อ)	การจำแนก (ข้อ)	การหาความสัมพันธ์ (ข้อ)	การคำนวณ (ข้อ)	การตั้งคำถามข้อมูล (ข้อ)	การตั้งคำถามคิดเห็น จากข้อมูล (ข้อ)	การพยากรณ์ (ข้อ)	การตั้งสมมติฐาน (ข้อ)	การปฏิบัติ (ข้อ)	การกำหนดนิยาม ความสัมพันธ์ (ข้อ)	การทดลอง (ข้อ)	การตีความหมาย ข้อมูลและการลง ข้อสรุป (ข้อ)	
1	1	-	1	1	-	1	2	1	-	-	-	1	2	10
2	-	-	1	1	4	1	-	-	-	-	1	-	2	10
3	2	2	-	1	-	-	-	-	2	1	2	-	-	10
4	-	1	1	-	-	-	1	2	1	1	1	2	-	10
5	2	-	1	-	1	2	1	-	-	2	1	-	-	10
6	-	2	-	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	10
รวม	5	5	4	4	6	5	5	4	4	4	4	4	5	60

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ คู่มือการวัดและประเมินผลวิชา วิทยาศาสตร์ ศึกษาขอบข่ายเนื้อหา วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ และเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ให้ครอบคลุมเนื้อหา แบ่งพฤติกรรมในการวัด 6 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า แล้วสร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ

2.3 เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม ของเนื้อหา ความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความถูกต้อง ของภาษา พิจารณาให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ด้านการวัดผลและประเมินผล หลักสูตรและการสอน และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา การใช้ภาษาและ ความเหมาะสมของคำถามที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยมีเกณฑ์ การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ การเรียนรู้

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์ การเรียนรู้

2.5 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ อยู่ในเกณฑ์ที่มีความเที่ยงตรงที่ใช้ได้ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (ภาคผนวก ข)

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธาน และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.7 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out)

กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนวนนท์อุทิศ 5 ตำบลโพธิ์โพธิ์ศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งผ่านการเรียนมาแล้ว จำนวน 52 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

2.7.1 ความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ คัดเลือก ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ คือ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) และค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.2–0.8 คัดเลือก ข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ไว้ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.82 ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด (ภาคผนวก ข)

2.7.2 นำข้อสอบนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR–20 ของคูเดอร์–ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (สุรวาท ทองบุ, 2550, หน้า 111) ซึ่งพบว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.93 (ภาคผนวก ข)

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.9 ผลการเปรียบเทียบจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้อง กับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ดังตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย						
	ความรู้ ความจำ (จำนวนข้อ)	ความเข้าใจ (จำนวนข้อ)	การนำไปใช้ (จำนวนข้อ)	วิเคราะห์ (จำนวนข้อ)	สังเคราะห์ (จำนวนข้อ)	ประเมินค่า (จำนวนข้อ)	รวม (จำนวนข้อ)
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว	2	5	-	1	1	1	10
2. ปริมาตรที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์	1	-	4	1	2	2	10
3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายอยู่ในแนว ระดับเดียวกัน	-	2	5	2	1	-	10
4. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	2	4	3	1	-	-	10
5. การเคลื่อนที่บนทางโค้ง	1	-	1	2	3	3	10
6. การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	3	1	-	2	2	2	10
รวม	9	12	13	9	9	8	60

3. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง มีรายละเอียดการดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert's Rating Scale) โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา ในการวัดระดับความพึงพอใจของผู้ตอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

แปลความหมายของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ ดังนี้

(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 35)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อความถูกต้องและเหมาะสมของแบบสอบถามแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาและครอบคลุมข้อคำถามเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

3.5 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ความสอดคล้อง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ให้คะแนนเป็น	+1	เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง
ให้คะแนนเป็น	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง
ให้คะแนนเป็น	-1	เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 0.92 (ภาคผนวก ข)

3.6 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.67–1.00 จากผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน จำนวน 20 ข้อ และจัดพิมพ์ชุดแบบสอบถามความพึงใจฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย และหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพธิ์แพ่งเจริญนนท์อุทิศ 5 ตำบลโพธิ์ไพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองใช้และเก็บข้อมูล
2. ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อชี้แจงแนวทางการจัดการเรียนการสอน และดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้

3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง และบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียนเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

4. ดำเนินการสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง แล้วสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกันที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

6. ชั้นหลังการทดลอง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยที่ผู้สอนอ่านแบบสอบถามทีละข้อตามลำดับพร้อมทั้งอธิบายข้อความหากนักเรียนมีข้อสงสัย

7. นำผลคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ โดยใช้สูตรการหาค่า E_1/E_2

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการ เรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และ ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert's Rating Scale)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean; \bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ดังนี้

1.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตร

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องแทนให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean; \bar{X}) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.)

คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือวิจัย ได้แก่

2.1 ค่าความเที่ยงตรง

โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 261-262)

$$\text{สูตร IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยาก (Difficulty)

โดยใช้สูตรของ Brennan (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 300-301)

$$\text{สูตร } p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ระดับความยาก

R แทน จำนวนคนที่ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

โดยใช้สูตรของ Brennan (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 300-301)

$$\text{สูตร } r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

โดยใช้สูตรของ KR-20 (Kuder Richardson) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 286)

$$\text{สูตร} \quad R_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	R_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	P	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ $= \frac{R}{N}$ เมื่อ R
		แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น และ N แทนจำนวนผู้สอบ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ $= 1-p$
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน

3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก โดยใช้สูตรคำนวณ E_1/E_2 (เพชัญ กิจระการ, 2546, หน้า 49-51) ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน

ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\sum Y}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ในการเปรียบเทียบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2551, หน้า 109) ดังนี้

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

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
- D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
- $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
- n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
- df = n - 1 แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิกของกลุ่มทดลองครบทุกเรื่อง แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก
- ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมายข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
D	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
t	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตใน t-distribution
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

จากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พัฒนากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ซึ่งหาได้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว	35	30	27.03	0.67	77.24
2. ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	45	30	34.63	0.76	76.96
3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เมื่อจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน	35	30	26.80	0.85	76.57
4. ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	35	30	27.03	0.61	77.24
5. การเคลื่อนที่บนทางโค้ง	35	30	26.83	0.53	76.67
6. การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	35	30	26.93	0.74	76.95
รวม	220	30	169.27	1.82	76.94

จากตาราง 10 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน เท่ากับ 169.27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 220 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.94 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.82

การหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาได้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองเสร็จสิ้น ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	N	\bar{x}	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30	30	23.27	0.45	77.56
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	30	23.40	0.56	78.00
รวม	60	30	46.67	0.66	77.78

จากตาราง 11 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 46.67 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66

ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ดังตาราง 12

ตาราง 12 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	30	220	169.27	1.82	76.94
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	60	46.67	0.66	77.78
E_1/E_2 เท่ากับ 76.94/77.78					

จากตาราง 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน ในแต่ละแผน จำนวน 6 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 169.27 จากคะแนนเต็ม 220 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.94 คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 46.67 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78 แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ 76.94/77.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ดังตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	N	คะแนน เต็ม	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	4.83	1.97	51.06**
หลังเรียน	30	30	23.27	0.45	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01 ; df 29 = 2.46)

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และ 23.27 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 51.06 เมื่อพิจารณาว่า ค่า t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง t (Mc Millan and Schumacher, 1997, p. 366) ที่ N = 29 ได้เท่ากับ 2.46 แสดงว่าค่าคำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ดังตาราง 14

ตาราง 14 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	3.07	0.98	85.97**
หลังเรียน	30	30	23.40	0.56	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01 ; df 29 = 2.46)

จากตาราง 14 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 3.07 และ 23.40 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 85.97 เมื่อพิจารณา ค่า t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง t (Mc Millan and Schumacher, 1997, p. 366) ที่ N = 29 ได้เท่ากับ 2.46 แสดงว่าค่า t คำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ผลปรากฏดังตาราง 15 ดังนี้

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

รายการประเมิน	N=30		ระดับ ความพึงพอใจ
	\bar{x}	S.D	
ด้านเนื้อหา			
1. ได้รับความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.40	0.50	มาก
2. ความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้	4.63	0.49	มากที่สุด
3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี	4.33	0.48	มาก
4. การจัดลำดับของเนื้อหาเป็นไปอย่างมีระบบและมีขั้นตอนชัดเจน	4.50	0.51	มากที่สุด
5. สถานการณ์ปัญหามีความเหมาะสมกับเนื้อหาและสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง	4.53	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.48	0.50	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ปฏิบัติกิจกรรมและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.57	0.57	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.67	0.48	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมเกิดทักษะการทำความเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา	4.53	0.51	มากที่สุด

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับ ความพึงพอใจ
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมเกิดความสนุกสนาน และทำทนายการแก้ปัญหา	4.57	0.50	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ทำงานร่วมกันเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่ม และภายในชั้นเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	4.63	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.59	0.51	มากที่สุด
ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนและบรรยากาศ ในการเรียนรู้			
11. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.47	0.51	มาก
12. บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม	4.67	0.48	มากที่สุด
13. ใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา	4.60	0.50	มาก
14. จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับเนื้อหา	4.63	0.49	มากที่สุด
15. บรรยากาศในการเรียนรู้เป็นบรรยากาศที่อบอุ่น มีความเป็นกันเอง มีปฏิสัมพันธ์กันเองภายในกลุ่ม และภายในชั้นเรียน	4.60	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.59	0.49	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
16. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ และผลการเรียนรู้	4.80	0.41	มากที่สุด
17. การวัดและประเมินผลมีความหลากหลาย และเป็นไปตามสภาพจริง	4.23	0.43	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับความพึงพอใจ
18. มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หรือการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและในชั้นเรียน	4.87	0.35	มากที่สุด
19. นักเรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้	4.40	0.50	มาก
20. กิจกรรมการเรียนรู้หรือภาระงาน เหมาะสมกับการวัด และประเมินผล	4.70	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.60	0.49	มากที่สุด
รวม	4.57	0.50	มากที่สุด

จากตาราง 15 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค ร่วมกับผังกราฟิก พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการวัดและประเมินผล ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 3) ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และบรรยากาศในการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และ 4) ด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมกรเรียนรู้ของนักเรียน และสัมภาษณ์นักเรียนในระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิกในแต่ละครั้ง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ ดังนี้

1. พฤติกรรมความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้จัดการเรียนรู้โดยจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยในกลุ่มนั้นจะประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ร่วมกันทำกิจกรรมศึกษาหาความรู้ในบทเรียน

ช่วยเหลือ และให้กำลังใจต่อกัน นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน โดยยึดหลักความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

จากการสังเกต และสัมภาษณ์พบว่า สมาชิกในกลุ่มให้ความร่วมมือกันดี ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมกันทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นักเรียนที่เรียนเก่งและปานกลางช่วยอธิบายให้นักเรียนที่เรียนอ่อนฟัง นักเรียนที่เรียนอ่อนกล้าแสดงความคิดเห็น และกล้าถามสมาชิกในกลุ่มในประเด็นที่ตนเองสงสัยหรือไม่เข้าใจ มีการแบ่งหน้าที่กันทำกิจกรรมของสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนาน มีความเป็นกันเอง มีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ทำให้มีความมั่นใจ กล้าแสดงออกมากขึ้น ได้ทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน”

“การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ทำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบมากขึ้น มีการทำงานที่เป็นระบบ และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิกในกลุ่มมีการช่วยเหลือและรับผิดชอบต่อส่วนรวมกัน”

“การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ทำให้เกิดสมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดก็ร่วมกันวางแผนแก้ไข”



ภาพประกอบ 13 กิจกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ทำประลองยิงไกล

2. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เน้นพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 13 ทักษะ ให้เกิดแก่ผู้เรียน นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน จากการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และสัมภาษณ์นักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถระบุกิจกรรมให้ตรงตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เกิดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอน เป็นเหตุเป็นผล นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

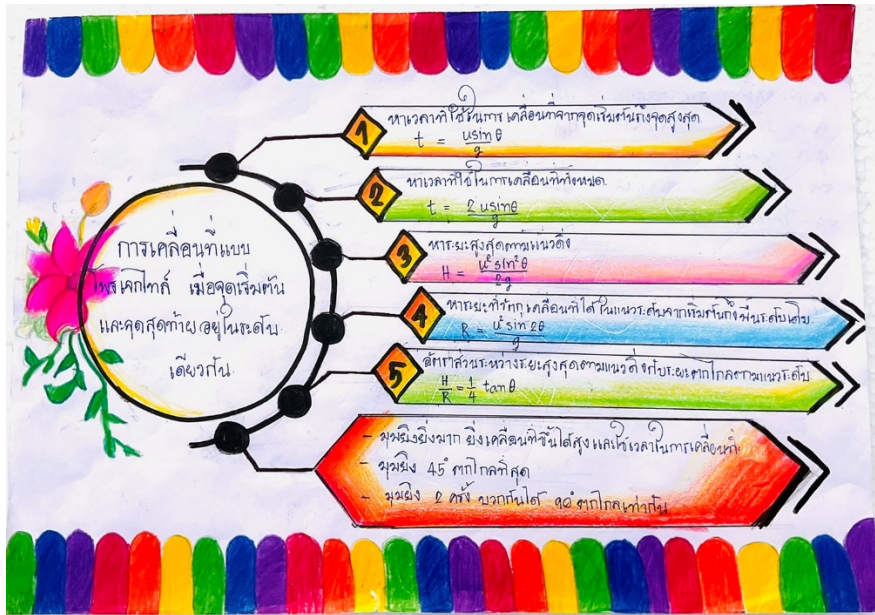
“จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ทำให้มีการวางแผนในการทำงานที่เป็นระเบียบ เป็นขั้นตอน”

“จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ทำให้ได้ปฏิบัติจริง มีการทดลอง และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม ซึ่งทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น และมีการสรุปผลเป็นแผนภาพทำให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น”

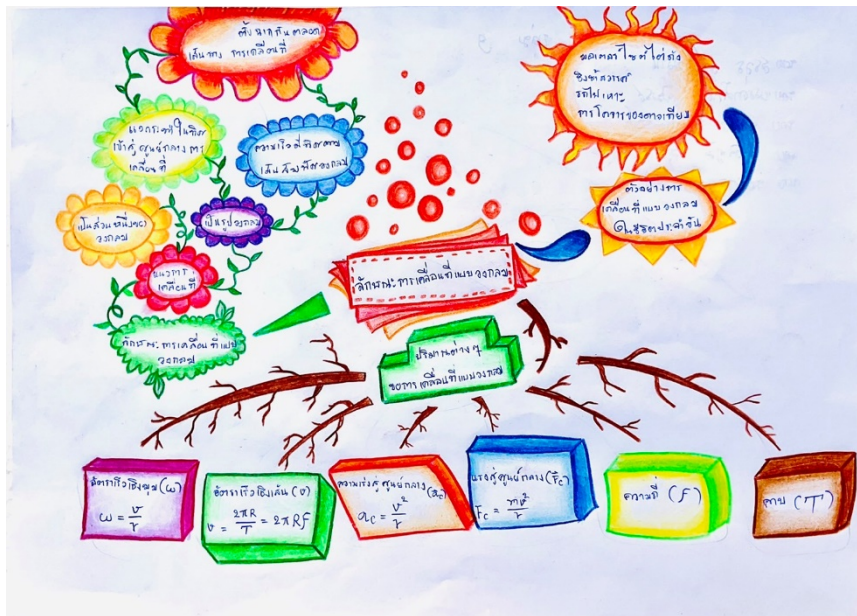
“จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้”



ภาพประกอบ 14 การทำการทดลอง เรื่อง เหยียดหยุ่นก่อนกัน



ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างผลงานผังกราฟิกของนักเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบพาราโบลา เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในระดับเดียวกัน



ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างผลงานผังกราฟิกของนักเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการดำเนินการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผลการวิจัย
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สมมติฐานของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านโพนแพง จังหวัดหนองบัวลำภู 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 30 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 31 คน รวมทั้งหมด 61 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนบ้านโพนแพง จังหวัดหนองบัวลำภู 5 มีนักเรียน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ภายในห้องเรียนเดียวกันประกอบด้วยนักเรียนที่คละเพศ และความสามารถทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน ดังนี้

แผนที่ 1 ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

แผนที่ 2 ปริมาตรที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

แผนที่ 3 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เมื่อจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้าย อยู่ในแนวระดับเดียวกัน

แผนที่ 4 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

แผนที่ 5 การเคลื่อนที่บนทางโค้ง

แผนที่ 6 การเคลื่อนที่ของดาวเทียม

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัด และประเมินผล

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย และหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนวนนทบุรีทิศ 5 ตำบลโพธิ์โพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองใช้และเก็บข้อมูล
2. ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อชี้แจงแนวทางการจัดการเรียนการสอน และดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้
3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง และบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
4. ดำเนินการสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง แล้วสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกันที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
6. ชั้นหลังการทดลอง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยที่ผู้สอนอ่านแบบสอบถามทีละข้อตามลำดับพร้อมทั้งอธิบายข้อความหากนักเรียนมีข้อสงสัย
7. นำผลคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เทียบกับเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

1.2 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตามวิธีการของโรวินเนลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinell and Hambleton) วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.3 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตามวิธีการของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinell and Hambleton) วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.4 วิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้อง (IOC)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วเทียบเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.94/77.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก มีประเด็นการค้นพบที่ควรนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.94/77.78 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการดำเนินการสร้างถูกต้องตามขั้นตอนดำเนินการอย่างเป็นระบบและมีวิธีการที่เหมาะสม โดยเริ่มจาก

การเลือกและเรียบเรียงเนื้อหาที่เรียนในหน่วยการเรียนรู้ ศึกษาคีเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา ตัวชี้วัด และการวัดผล ประเมินผล ตลอดจนจนศึกษาคู่มือการจัดการจัดการเรียนรู้ออกสาร ที่เกี่ยวข้องของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิกผ่านกระบวนการตรวจสอบ แก้ไขจากอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านจุดประสงค์ เนื้อหา การจัดการจัดการเรียนรู้ออกสาร การวัดผลและประเมินผลก่อนนำไปใช้กับผู้เรียน และในการจัดการจัดการเรียนรู้ออกสารนักเรียน ได้ลงมือฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการทางด้าน วิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ในแต่ละด้านอย่างเป็นระบบ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับ ความรู้เดิม สามารถจัดลำดับความคิด และลำดับขั้นตอนในการศึกษาอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถสรุปความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ออกมาในรูปของผังกราฟิก และเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้แผนการจัดการ การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ ผังกราฟิก จำนวน 6 แผน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริรักษ์ แก้วหานาม อนันต์ ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแห่งพล (2562, หน้า 21) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้ออกสารแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ ผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ออกสาร แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.55/80.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในระดับมากที่สุด

2. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ออกสารแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้อง ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ออกสารแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ ผังกราฟิก เป็นการจัดการจัดการเรียนรู้ออกสารที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำกิจกรรมร่วมกันเป็น กลุ่ม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการจัดการจัดการเรียนรู้ออกสาร และสิ่งเหล่านี้เป็นผล

มาจากพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ การฝึกฝน การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายของข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับน้ำผึ้ง เสนดี (2560, หน้า 161-162) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์พิตทาคัม อำเภอโพธาราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 3.07 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.40 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เป็นสำคัญ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เพราะมีการแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย ทำให้เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่ได้ดีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่มซึ่งมีความหลากหลาย นักเรียนที่อธิบายให้เพื่อนฟังก็เข้าใจในเนื้อหาสาระยิ่งขึ้น มีการสร้างความสนใจของผู้เรียนโดยจะกำหนดสถานการณ์ หรือให้ผู้เรียนดูภาพของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ และให้สังเกตแนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ คิดวิเคราะห์ ซึ่งมีส่วนส่งเสริมการพัฒนากระบวนการคิด และความเข้าใจที่ลึกซึ้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยกรณีศึกษา ศรีสมบัติ (2558, หน้า 92-96) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนกพืชและสัตว์ โดยใช้รูปแบบชิปปา (CIPPA Model) ประกอบผังกราฟิกชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.34/87.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยเฉลี่ยพบว่า อยู่ในระดับ มากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ มีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลายและเป็นไปตามสภาพจริง (Authentic Assessment) มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ทำให้นักเรียนทราบพัฒนาการ และผลการเรียนรู้ของตนเอง ตลอดจนกิจกรรมการเรียนรู้หรือภาระงาน เหมาะสมกับการวัดและประเมินผลหรือการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม และในชั้นเรียนส่วนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยเฉลี่ย พบว่า อยู่ในระดับน้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ทั้งนี้เนื่องจากความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง มีเนื้อหาที่ยาก ต้องใช้ความรู้ที่เรียนมาจากบทเรียนอื่น มาประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามและทำกิจกรรม นักเรียนเลยคิดว่าความรู้ที่ได้รับไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ และความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังน้อย การนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน และบูรณาการกับวิชาอื่น ๆ ยังไม่กว้างขวาง

การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรียนรู้เป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ ความสามารถแตกต่างกัน โดยเรียนแบบร่วมมือช่วยกันคิด ช่วยกันเรียน คนเก่งและคนปานกลางได้ช่วยอธิบายให้คนอ่อนเข้าใจ มีการจัดกิจกรรมที่น่าสนใจท้าทายนักเรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหา ร่วมกันวางแผนแก้ปัญหา ปฏิบัติกิจกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งในด้านการใช้สื่อการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้มีการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัย หลากหลาย และเหมาะสมมาประกอบการสอน บรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศที่อบอุ่น มีความเป็นกันเอง สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทุกคนมีความรับผิดชอบ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยยึดหลักความสำเร็จ

ของนักเรียนแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งนี้เพราะนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ วิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจในบทเรียน เสริมสร้างสมรรถภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียนจากนั้นให้ผู้เรียนเขียนผังกราฟิก ซึ่งเป็นการสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนอีกรอบหนึ่ง มีการแข่งขันกันเพื่อประเมินความสำเร็จของกลุ่ม มีการให้คำชมเชยหรือรางวัลซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้อยากได้รางวัลจึงทำให้นักเรียน เกิดความสนใจ และตั้งใจทำกิจกรรมส่งผลให้ตนเองและสมาชิกในกลุ่มประสบผลสำเร็จ และเรียนรู้อย่างมีความสุข และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ออกแบบเหมาะสมกับวัยของนักเรียนซึ่งเป็นไปตามแนวคิดสำหรับการสร้างความพึงพอใจของสมนึก ภัททิยธนี (2556, หน้า 36) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าต่าง ๆ เป็นผลมาจากการที่บุคคลประเมินสิ่งเร้าเหล่านั้นแล้วพอใจ และรีเบอร์ (Reber, 1985, p. 660) กล่าวถึง ความพึงพอใจว่าเป็นสภาวะทาง อารมณ์ (Emotional State) ของบุคคลที่นำไปสู่เป้าหมายความสำเร็จและแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ออกแบบเหมาะสมกับวัยของนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสริมสร้างสมรรถภาพทางการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของหลายท่านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เพราะกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรูปแบบของกลุ่ม ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้เกิดความสนุกสนาน ได้พึ่งพาช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริรักษ์ แก้วหานาม อนันต์ ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแหงพล (2562, หน้า 21) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ สำหรับครูผู้สอนควรนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ไปใช้พัฒนาความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สำหรับการนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.1 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม จัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน จัดเตรียมข้อมูล จัดเตรียมสภาพแวดล้อม คำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเพื่อส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เต็มตามศักยภาพ

1.2 ก่อนดำเนินการเรียนการสอน ครูควรให้นักเรียนได้ศึกษากิจกรรมมาก่อนล่วงหน้า แนะนำวิธีการให้นักเรียนเข้าใจ และควรแนะนำนักเรียนในการทำงานกลุ่ม รวมทั้งมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรอธิบายขั้นตอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนทั้งห้องได้เข้าใจก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ การสอนจริงเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งจะส่งผลให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิกในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลวรรณ วิพรรณนะ. (2559). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งปัน
ความสำเร็จ (STAD) แบบช่วยกันคิดช่วยกันเรียน (TAI) และแบบเรียนรู้ร่วมกัน
(LT) วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- กรชกร ชวติ. (2554). ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการศึกษาของ
โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ที่ตั้งอยู่นอกเขตเทศบาล. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กรรณิกา ศรีสมบัติ. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนกพืชและสัตว์ โดยใช้รูปแบบซิปปา (CIPPA
Model) ประกอบผังกราฟิก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). ทศวรรษที่สองของการปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2561). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่ง
ประเทศไทย จำกัด.
- กวิชัย จำปา. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
โดยใช้การจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร.

- ชนิษฐา กฤษวี. (2559). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
ประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม:
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- แคทรียา ใจมูล. (2550). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD ในกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เชียงราย:
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2551). หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์.
- ชูศรี การเกษ. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ ระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เชิดศักดิ์ ไชวาลินธ์. (2549). การวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ทิตนา แชมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
_____. (2552). ศาสตร์การสอน : องค์การเพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้
ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ธัญญา พลอนันต์ และขวัญฤดี พลอนันต์. (2543). แบบฝึกหัดคิดพิชิต มายด์แมป สำหรับ
ผู้บริหาร หัวหน้างาน และพนักงาน. กรุงเทพฯ: ขวัญข้าว.
- น้ำผึ้ง เสนดี. (2560). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- น้ำเพชร สินทอง. (2541). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวล
ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกดขี่กับแบบมีเหตุผลและแบบปล่อย
ปะละเลยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยนนทบุรี
ปีการศึกษา 2541. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- นิตา โมท่า. (2558). *การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้แบบร่วมมือบูรณาการกับโครงการภาษาอังกฤษที่มีต่อความพึงพอใจในการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่มและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้นฉบับปรับปรุงใหม่*. กรุงเทพฯ: สุริยวิยาศาสตร์.
- _____. (2551). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กอพลินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- _____. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สุริยวิยาศาสตร์.
- บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ. (2543). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- ปณตพร ใจหยิ่ง. (2530). *การสร้างชุดการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องศาสนา สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนกับการสอนปกติในโรงเรียนเชิงชุมราษฎร์นุกูล จังหวัดสกลนคร*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.
- ประสาท อิศรปริดา. (2547). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- ประสาร จันเสนา. (2551). *การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปัทมวัฒน์ อินทร์เจริญ. (2559). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เพชฌัญญู กิจระการ. (2546). *การวิจัยและเทคโนโลยีการศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- พนิตสุภา โกศิลา. (2553). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะ
ด้านจิตพิสัย สำหรับเด็กปฐมวัยโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.
วารสารนักบริหาร, 33(2), 49.
- พรพิมล พรพิรชนม์. (2550). การจัดการกระบวนการเรียนรู้. สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.
- พรพิศ ผิวหอม. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก
เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการอ่านภาษาไทยเชิงวิเคราะห์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- พัคตร์พริ้ง เพชรอินทร์. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้
แบบร่วมมือ เรื่อง อัตราส่วนร้อยละ กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- พิชิต ฤทธิจรรย์. (2545). หลักการวัดผลและประเมินผล. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
เข้าออฟเดอรั่มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2554). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ:
เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- _____. (2550). ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอน
แบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2555). การวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาสารคาม:
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ภาโณน เข้มเพชร. (2547). การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ เอส ที เอ ดี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
ปริญญาานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภาวิณี คำซารี. (2550). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม และการวิเคราะห์ระหว่างวิธีเรียนแบบร่วมมือ
เทคนิค STAD สอดแทรก เมตาคอกชัน วิธีเรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
และวิธีเรียนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- มณี โปธิเสน. (2553). *ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนโพธิเสนวิทยา อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2557). *ประมวลสาระชุดวิชาทฤษฎีและแนวการปฏิบัติในการบริหารการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มานัส จันทร์อยู่. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้วยกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รวงทอง เปลียนเอก. (2560). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งปันความสำเร็จร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สาระเพิ่มเติม วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- รุจิรี ภูสาระ. (2545). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์ จำกัด.
- วัฒนาพร ระบัพทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: ธนพร.
- วัลภา บุญอากาศ. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- วาสนา ศิริจันทร์. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า โดยเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วิมล ทองผิว. (2556). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบการสอนผังกราฟิกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- วิมล ลีเมศรโชติ. (2527). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้หนังสือการ์ตูนเป็นอุปกรณ์การสอนกับการสอนปกติในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิไลวรรณ สมบูรณ์. (2559). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และ ความฉลาดทางอารมณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกและการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ เรื่อง การเมืองการปกครอง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศลใจ วิบูลย์กิจ. (2556). ความสัมพันธ์ระหว่างเทคนิคการประสานงานของศึกษาธิการ อำเภอกับความพึงพอใจในการทำงานของเจ้าหน้าที่ในสำนักงานศึกษาธิการ อำเภอก เขตการศึกษา 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริพรรณ คุณพระเนตร. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ศิริรักษ์ แก้วหานาม อนันต์ ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแห่งพล. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ ผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 11(30), 21.
- ศุภศิริ โสมาเกตู. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างเรียน การเรียนรู้โดยโครงงานกับการเรียนรู้ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, (2561). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th>. 31 มีนาคม 2561.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมจิตร หงส์สา. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนด้วยเทคนิค เอส ที เอ ดี (STAD) กับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ลพบุรี: มหาวิทยาลัยเทพสตรี.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2541). *การวัดผลการศึกษา*. กอฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- _____. (2556). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กอฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบูรณ์ ต้นยะ. (2545). *การประเมินทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ส่องหล้า ต้นจินดาประทีป. (2554). *การใช้ผังกราฟิกประกอบการเรียนการสอน เรื่อง สารสนเทศและเรื่องการจัดหมวดหมู่หนังสือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีโรงเรียนสุนารีวิทยา*. นครราชสีมา: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31 ปีการศึกษา 2554.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2561*. เข้าถึงได้จาก http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422. 25 มกราคม 2561.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2550). *แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.
- สุปรียา ต้นสกุล. (2540). *ผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถทางการแก้ปัญหา*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพัตรา ผลจันทร์. (2558). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง พืชสมุนไพรในท้องถิ่น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- สุภาพร เสียมสกุล. (2556). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาโดยใช้ผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. ขอนแก่น: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีทางปัญญา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรวาท ทองบุ. (2550). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: อภิชาดการพิมพ์
สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมกรมวิชาการ.
- อัญชญา โพธิพลากร. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อารีย์ วชิรวรการ. (2542). *การวัดและการประเมินผลการเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- อุไรรัตน์ ฐระสุข. (2550). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เอกรินทร์ สีมหาศาล. (2545). *กระบวนการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา แนวคิดสู่ปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: ภูเก็ตพอยท์.
- Abdul-Majeed Tayib. (2015). The Effect of using Graphic Organizers on Writing: A Case study of Preparatory College Students at Umm-Al-Qura University). *International Journal of English language Teaching* 3(1), 11-31.
- Arends, R. I. (1994). *Learning to teach*. (3rd. ed). New York: McGraw Hill.
- Baroody, A. J. (1993). *Children's Mathematical thinking*. New York: Teacher College.
- Clark, J.H. (1990). *Patterns of thinking international learning skill in content teaching*. Boston: Allyn and Bacon.

- Clark, J.H. (1991). Using visual organizers to focus on thinking. *Boston : Journal of reading Enchanted Learning Software*, 524–526. Retrieved from Boston : Journal of reading Enchanted Learning Software.
- Cronbach, L. J. (1970). *Essentials of Psychological Test (5th ed.)*. New York: Harper Collins.
- Engr, J. T. (2018). The Use of STAD Model in Teaching Chemistry : Its Effect to Students' Academic Performance. *International Conference on Studies in Business, Management, Education and Law*, 17, 169–173.
- Ilhan ILTER. (2016). The Power of Graphic Organizers: Effects on Students' Word–*Learning and Achievement Emotions in Social Studies. Australian Journal of Teacher Education* 42(1), 42–64.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1978). *Research Shows the Benefits of Adult Cooperation. Educational Leadership*, 45(3), 27–30.
- Jones. B.F. and Pirece J. (1989). *Teaching Students to Construct Graphic Organizers. New York: Mc Graw Hill*.
- Mosoco, M. (2005). *Getting the information Graphically. Journal of Arts. Act*, 138(s), 44.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. S. (1997). *Research in education: A conceptual introduction*. New York: Longman.
- Ocampo, R. O. & Ocampo, R. B. (2015). *Effectiveness of Students' Team Achievement Division on Student' Attitude Towards Physics. Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 3(4), 112–117.
- OJO, Olanrewaju A. and EGBON, Friday O. (2017). *Effects of Concept Mapping Strategy on Students' Achievement. เข้าถึงได้จาก IJRAR– International Journal of Research and Analytical Reviews* 4(2): http://ijrar.com/upload_issue/ijrar_issue_356.pdf. 2 มิถุนายน 2561
- Rabgay, T. (2017). The Effect of Using Cooperative Learning Method on Tenth Grade Student' Learning Achievement and Attitude toward Biology. *International Journal of Instruction*, 11(2), 265–280.

Reber, Arthur S. (1985) *The Penguin Dictionary of Psychology*. New York : Penguin.

Rice, G.E. (1994). Need for explanation in graphic organizer. *Reading Psychology: An International Quarterly*, 39–69

Robinson Doniel H. (1998). Graphic Organizers as aids to text learning. *Reading Research and Instruction*, 37: 1.

Slavin, R. E. (1990). *Cooperative Learning Theory Research and Practice*. New Jersey: Prentice Hall.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ/หนังสือขอความอนุเคราะห์/
หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นายจิระวัฒน์ สุขศรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร
3. นายณัฐกร นันทแพง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๘๙



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๐ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรชกร วรณะสาร

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายภาณุพงศ์ พาที รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๔๒๑๒๓๘๑๐๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายภาณุพงศ์ พาที โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๕๑๔๕ ๗๘๑๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๘๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๐ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายจิระวัฒน์ สุขศรี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายภาณุพงศ์ พาทิ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๔๒๑๒๓๘๑๐๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศีกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายภาณุพงศ์ พาทิ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๕๑๔๕ ๗๘๑๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๘๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๐ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายณัฐกร นันทะแพง

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายภาณุพงศ์ พาทิ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๔๒๑๒๘๑๐๗ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายภาณุพงศ์ พาทิ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๕๑๔๕ ๗๘๑๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



COA NO. ๐๑๔/๒๕๖๕
IEC NO. HE ๖๔-๒๐๐

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก (Development of Science Process Skills and
Learning Achievement of Mathayomsuksa ๔ Students on the Topic of "Curved
Motion" Using Cooperative Learning : Student Teams Achievement Division
Technique (STAD) Integrated with Using Graphic Organizers)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายกาญจน์ พงศ์ พาดิ

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์
๒. อาจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอเสนอโครงการวิจัย
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย
๔. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร
๕. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ได้รับการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ วันที่ ๑๙ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๕

สุดฉวี คุปตะบุตร

(นางสาวสุดฉวี คุปตะบุตร)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วันหมดอายุ วันที่ ๑๙ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๖

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่อยู่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
เลขที่ ๖๘๐ ถ.นิคมพัฒนา อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐ โทรศัพท์ ๐๔๒-๕๗๐-๑๕๕

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

ตาราง 16 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาตาม
จุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้ได้)

รายการประเมินข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1.1	+1	+1	+1	1
1.2	+1	+1	+1	1
1.3	+1	+1	0	0.67
2.1	+1	+1	+1	1
2.2	+1	+1	+1	1
2.3	0	+1	+1	0.67
2.4	+1	+1	+1	1
3.1	+1	+1	+1	1
3.2	+1	+1	+1	1
3.3	+1	+1	+1	1
3.4	+1	+1	+1	1
3.5	+1	0	+1	0.67
4.1	+1	0	+1	0.67
4.2	+1	+1	+1	1
4.3	+1	+1	+1	1
5.1	+1	+1	0	0.67
5.2	+1	+1	+1	1
5.3	+1	+1	+1	1
รวม				16.35
เฉลี่ย				0.91

จากตาราง 16 สรุปการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละข้อมีค่าดัชนี
ความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ตาราง 17 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ
ผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ได้รับความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.40	0.50	มาก
2. ความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้	4.63	0.49	มากที่สุด
3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี	4.33	0.48	มาก
4. การจัดลำดับของเนื้อหาเป็นไปอย่างมีระบบและมีขั้นตอนชัดเจน	4.50	0.51	มากที่สุด
5. สถานการณ์ปัญหามีความเหมาะสมกับเนื้อหาและสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง	4.53	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.48	0.50	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ปฏิบัติกิจกรรมและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.57	0.57	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.67	0.48	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมเกิดทักษะการทำความเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา	4.53	0.51	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับ ความพึงพอใจ
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมเกิดความสุขสนทนา และทำทนายการแก้ปัญหา	4.57	0.50	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ทำงานร่วมกันเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่ม และภายในชั้นเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	4.63	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.59	0.51	มากที่สุด
ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนและบรรยากาศ ในการเรียนรู้			
11. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.47	0.51	มาก
12. บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม	4.67	0.48	มากที่สุด
13. ใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา	4.60	0.50	มาก
14. จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับเนื้อหา	4.63	0.49	มากที่สุด
15. บรรยากาศในการเรียนรู้เป็นบรรยากาศที่อบอุ่น มีความเป็นกันเอง มีปฏิสัมพันธ์กันเองภายในกลุ่ม และภายในชั้นเรียน	4.60	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.59	0.49	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
16. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ และผลการเรียนรู้	4.80	0.41	มากที่สุด
17. การวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเป็นไป ตามสภาพจริง	4.23	0.43	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับ ความพึงพอใจ
18. มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หรือการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและในชั้นเรียน	4.87	0.35	มากที่สุด
19. นักเรียนทราบพัฒนาการ และผลการเรียนรู้ของตนเอง	4.40	0.50	มาก
20. กิจกรรมการเรียนรู้หรือภาระงาน เหมาะสมกับการวัด และประเมินผล	4.70	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.60	0.49	มากที่สุด
รวม	4.57	0.50	มากที่สุด

จากตาราง 17 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC ตั้งแต่
0.5 ขึ้นไป นำไปใช้ได้)

ข้อ สอบที่	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC		ข้อ สอบที่	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC
	1	2	3				1	2	5	
1	+1	+1	+1	1		21	+1	+1	0	0.67
2	+1	0	+1	0.67		22	+1	+1	+1	1
3	0	+1	+1	0.67		23	+1	+1	+1	1
4	0	+1	+1	0.67		24	+1	0	+1	0.67
5	+1	+1	+1	1		25	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1		26	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1		27	+1	+1	0	0.67
8	+1	+1	+1	1		28	+1	+1	+1	1
9	+1	+1	+1	1		29	+1	+1	+1	1
10	0	+1	+1	0.67		30	+1	+1	+1	1
11	+1	+1	+1	1		31	+1	+1	0	0.67
12	+1	0	+1	0.67		32	+1	0	+1	0.67
13	+1	+1	+1	1		33	+1	+1	+1	1
14	+1	+1	+1	1		34	+1	+1	+1	1
15	+1	+1	+1	1		35	+1	+1	+1	1
16	+1	0	+1	0.67		36	+1	+1	+1	1
17	+1	+1	+1	1		37	+1	+1	+1	1
18	+1	+1	+1	1		38	0	+1	+1	0.67
19	+1	+1	+1	1		39	+1	+1	+1	1
20	+1	+1	+1	1		40	+1	+1	+1	1
รวม										36.04
เฉลี่ย										0.90

จากตาราง 18 สรุปการประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ข้อสอบแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 19 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	เฉลย		ข้อ	p	r	เฉลย
1	0.64	0.36	ง		16	0.66	0.68	ง
2	0.50	0.64	ก		17	0.75	0.50	ก
3	0.66	0.41	ข		18	0.43	0.59	ค
4	0.70	0.59	ง		19	0.59	0.82	ค
5	0.64	0.55	ก		20	0.57	0.50	ก
6	0.70	0.50	ง		21	0.80	0.41	ข
7	0.43	0.41	ก		22	0.52	0.23	ก
8	0.77	0.45	ก		23	0.43	0.23	ค
9	0.59	0.73	ก		24	0.43	0.23	ค
10	0.50	0.64	ก		25	0.36	0.27	ก
11	0.75	0.41	ค		26	0.61	0.23	ข
12	0.50	0.73	ข		27	0.43	0.23	ง
13	0.80	0.41	ก		28	0.52	0.77	ง
14	0.66	0.50	ก		29	0.34	0.23	ก
15	0.73	0.45	ข		30	0.70	0.59	ง

ตัวอย่างการหาค่า p ข้อ 17	ตัวอย่างการหาค่า r ข้อ 17
$p = \frac{Ru+Rl}{2f}$ $= \frac{22+11}{2(22)}$ $= \frac{33}{44}$ $= 0.75$	$r = \frac{Ru-Rl}{f}$ $= \frac{22-11}{22}$ $= \frac{11}{22}$ $= 0.50$

ตาราง 20 แสดงคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูง
และกลุ่มต่ำ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

กลุ่ม สูง(N)	X	X ²	กลุ่ม ต่ำ(N)	X	X ²
1	28	784	1	16	256
2	28	784	2	13	169
3	28	784	3	13	169
4	27	729	4	13	169
5	27	729	5	12	144
6	26	676	6	12	144
7	26	676	7	11	121
8	26	676	8	11	121
9	26	676	9	11	121
10	26	676	10	10	100
11	25	625	11	10	100
12	25	625	12	10	100
13	24	576	13	10	100
14	24	576	14	10	100
15	24	576	15	10	100
16	23	529	16	10	100
17	23	529	17	10	100
18	23	529	18	9	81
19	23	529	19	9	81
20	22	484	20	8	64
21	22	484	21	8	64
22	21	441	22	7	49
Σ				780	16,246
เฉลี่ย				17.73	
ร้อยละ				59.09	

ตาราง 21 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้วิธีแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ใช้สูตรคำนวณ KR-20

ข้อ	P	q	Pq		ข้อ	P	q	Pq
1	0.64	0.36	0.23		16	0.66	0.34	0.22
2	0.50	0.50	0.25		17	0.75	0.25	0.19
3	0.66	0.34	0.22		18	0.43	0.57	0.25
4	0.70	0.30	0.21		19	0.59	0.41	0.24
5	0.64	0.36	0.23		20	0.57	0.25	0.25
6	0.70	0.30	0.21		21	0.80	0.20	0.16
7	0.43	0.57	0.25		22	0.52	0.48	0.25
8	0.77	0.23	0.18		23	0.43	0.57	0.25
9	0.59	0.41	0.24		24	0.43	0.57	0.25
10	0.50	0.50	0.25		25	0.36	0.64	0.23
11	0.75	0.25	0.19		26	0.61	0.39	0.24
12	0.50	0.50	0.25		27	0.43	0.57	0.25
13	0.80	0.20	0.16		28	0.52	0.48	0.25
14	0.66	0.34	0.22		29	0.34	0.66	0.22
15	0.73	0.27	0.20		30	0.70	0.30	0.21
$\sum Pq$								6.73

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{44(16,246) - (780)^2}{44(43)} \\
 &= 56.25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.73}{56.25} \right] \\
 &= 0.91
 \end{aligned}$$

ตาราง 22 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป นำไปใช้ได้)

ข้อ สอบที่	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC		ข้อ สอบที่	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC
	1	2	3				1	2	5	
1	+1	+1	+1	1		21	+1	+1	+1	1
2	+1	0	+1	0.67		22	+1	+1	+1	1
3	+1	+1	+1	1		23	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	1		24	+1	0	+1	0.67
5	0	+1	+1	0.67		25	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1		26	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1		27	0	+1	+1	1
8	+1	+1	0	0.67		28	+1	+1	+1	1
9	0	+1	+1	0.67		29	+1	+1	+1	1
10	0	+1	+1	0.67		30	+1	+1	+1	1
11	+1	+1	+1	1		31	+1	0	+1	0.67
12	+1	+1	+1	1		32	+1	+1	+1	1
13	+1	+1	+1	1		33	+1	+1	+1	1
14	+1	+1	+1	1		34	+1	+1	0	0.67
15	0	+1	+1	0.67		35	+1	+1	+1	1
16	+1	+1	+1	1		36	+1	+1	+1	1
17	+1	+1	+1	1		37	+1	+1	+1	1
18	+1	+1	+1	1		38	+1	0	+1	0.67
19	+1	0	+1	0.67		39	+1	+1	+1	1
20	+1	+1	+1	1		40	+1	+1	+1	1
รวม										36.33
เฉลี่ย										0.91

จากตาราง 22 สรุปการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ข้อสอบแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 23 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

ข้อ	p	r	เฉลย		ข้อ	p	r	เฉลย
1	0.64	0.36	ก.		16	0.66	0.68	ค.
2	0.50	0.64	ง.		17	0.70	0.59	ข.
3	0.66	0.41	ข.		18	0.43	0.59	ก.
4	0.70	0.59	ค.		19	0.59	0.82	ค.
5	0.64	0.55	ค.		20	0.57	0.50	ง.
6	0.70	0.50	ค.		21	0.80	0.41	ข.
7	0.43	0.41	ง.		22	0.52	0.23	ก.
8	0.77	0.45	ก.		23	0.43	0.23	ค.
9	0.59	0.73	ค.		24	0.43	0.23	ก.
10	0.50	0.64	ข.		25	0.36	0.27	ข.
11	0.75	0.41	ก.		26	0.61	0.23	ง.
12	0.50	0.73	ข.		27	0.43	0.23	ก.
13	0.80	0.41	ค.		28	0.52	0.77	ค.
14	0.66	0.50	ข.		29	0.34	0.23	ง.
15	0.73	0.45	ข.		30	0.75	0.50	ข.

ตาราง 24 แสดงคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

กลุ่มสูง(N)	X	X ²	กลุ่มต่ำ(N)	X	X ²
1	28	784	1	16	256
2	28	784	2	13	169
3	28	784	3	13	169
4	27	729	4	13	169
5	27	729	5	12	144
6	26	676	6	12	144
7	26	676	7	11	121
8	26	676	8	11	121
9	26	676	9	11	121
10	26	676	10	10	100
11	25	625	11	10	100
12	25	625	12	10	100
13	24	576	13	10	100
14	24	576	14	10	100
15	24	576	15	10	100
16	23	529	16	10	100
17	23	529	17	10	100
18	23	529	18	9	81
19	23	529	19	9	81
20	22	484	20	8	64
21	22	484	21	8	64
22	21	441	22	7	49
Σ				1,013	27,661
เฉลี่ย				23.02	
ร้อยละ				57.55	

ตาราง 25 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ใช้สูตรคำนวณ KR-20

ข้อ	P	q	Pq	ข้อ	P	q	Pq
1	0.64	0.36	0.23	16	0.66	0.34	0.22
2	0.50	0.50	0.25	17	0.70	0.30	0.21
3	0.66	0.34	0.22	18	0.43	0.57	0.25
4	0.70	0.30	0.21	19	0.59	0.41	0.24
5	0.64	0.36	0.23	20	0.57	0.43	0.25
6	0.70	0.30	0.21	21	0.80	0.80	0.16
7	0.43	0.57	0.25	22	0.52	0.52	0.25
8	0.77	0.23	0.18	23	0.43	0.43	0.25
9	0.59	0.41	0.24	24	0.43	0.43	0.25
10	0.50	0.50	0.25	25	0.36	0.36	0.23
11	0.75	0.25	0.19	26	0.61	0.61	0.24
12	0.50	0.50	0.25	27	0.43	0.43	0.25
13	0.80	0.20	0.16	28	0.52	0.52	0.25
14	0.66	0.34	0.22	29	0.34	0.34	0.22
15	0.73	0.27	0.20	30	0.75	0.75	0.19
$\sum Pq$							9.09

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{44(27,661) - (1,013)^2}{44(43)} \\
 &= 100.91
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{9.09}{100.91} \right] \\
 &= 0.93
 \end{aligned}$$

ตาราง 26 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามของแบบสอบถามความพึงพอใจของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง (ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป)

ข้อที่	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC		ข้อที่				IOC
	1	2	5							
1	+1	+1	+1	1		11	+1	+1	+1	1
2	+1	+1	+1	1		12	+1	0	+1	0.67
3	+1	+1	+1	1		13	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	1		14	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	0	0.67		15	+1	+1	+1	0.67
6	+1	+1	+1	1		16	+1	+1	+1	1
7	0	+1	+1	0.67		17	0	+1	+1	1
8	+1	+1	+1	1		18	+1	+1	+1	1
9	+1	+1	+1	1		19	+1	+1	+1	1
10	+1	+1	0	0.67		20	+1	+1	+1	1
รวม										18.33
เฉลี่ย										0.92

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 27 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน						คะแนนเต็ม (220)
	แผน 1 (35)	แผน 2 (45)	แผน 3 (35)	แผน 4 (35)	แผน 5 (35)	แผน 6 (35)	
1	27	34	28	26	27	27	169
2	27	35	28	27	27	27	171
3	27	34	26	26	28	27	168
4	27	35	26	28	27	27	170
5	28	34	27	27	27	26	169
6	27	35	26	27	27	30	172
7	27	35	27	27	27	27	170
8	27	34	27	27	26	27	168
9	27	35	28	27	26	27	170
10	26	36	27	28	26	26	169
11	29	34	26	27	27	28	171
12	27	35	26	26	27	27	168
13	27	34	26	26	27	27	167
14	26	35	26	27	27	27	168
15	28	36	28	28	26	27	173
16	27	35	24	27	27	27	167
17	27	34	27	27	26	27	168
18	27	34	26	27	26	26	166
19	27	34	27	26	27	27	168
20	26	35	27	27	26	26	167
21	27	34	27	27	28	27	170
22	27	35	27	28	27	27	171

ตาราง 27 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน						คะแนนเต็ม (220)
	แผน 1 (35)	แผน 2 (45)	แผน 3 (35)	แผน 4 (35)	แผน 5 (35)	แผน 6 (35)	
23	27	35	27	27	27	27	170
24	28	34	27	28	27	27	171
25	26	34	27	27	27	26	167
26	28	34	28	27	27	27	171
27	26	35	27	27	27	27	169
28	27	34	27	27	27	27	169
29	27	37	27	28	27	27	173
30	27	34	27	27	27	26	168
รวม	811	1039	804	811	805	808	5078
เฉลี่ย	27.03	34.63	26.80	27.03	26.83	26.93	169.27
ร้อยละ	77.24	76.96	76.57	77.24	76.67	76.95	76.94
S.D.	0.67	0.76	0.85	0.61	0.53	0.74	1.82

ตาราง 28 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ของแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (30)	คะแนนเต็ม (60)
1	23	23	46
2	24	24	48
3	23	23	46
4	23	24	47
5	24	23	47
6	23	25	48
7	23	23	46
8	24	24	48
9	23	24	47
10	23	23	46
11	23	23	46
12	23	23	46
13	24	23	47
14	23	23	46
15	24	23	47
16	23	24	47
17	23	24	47
18	23	23	46
19	23	23	46
20	24	23	47
21	23	24	47
22	23	23	46

ตาราง 28 (ต่อ)

คนที่	แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (30)	คะแนนเต็ม (60)
23	24	23	47
24	23	24	47
25	23	23	46
26	23	23	46
27	23	23	46
28	23	24	47
29	23	24	47
30	24	23	47
รวม	698	702	1400
เฉลี่ย	23.27	23.40	46.67
ร้อยละ	77.56	78.00	77.78
S.D.	0.45	0.56	0.66

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t – test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	10	23	13	169	t=51.06
2	4	24	20	400	
3	5	23	18	324	
4	4	23	19	361	
5	5	24	19	361	
6	4	23	19	361	
7	3	23	20	400	
8	7	24	17	289	
9	6	23	17	289	
10	5	23	18	324	
11	4	23	19	361	
12	7	23	16	256	
13	7	24	17	289	
14	4	23	19	361	
15	4	24	20	400	
16	5	23	18	324	
17	5	23	18	324	
18	3	23	20	400	
19	4	23	19	361	
20	8	24	16	256	
21	2	23	21	441	
22	3	23	20	400	
23	4	24	20	400	
24	3	23	20	400	

ตาราง 29 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t – test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
25	4	23	19	361	t=51.06
26	8	23	15	225	
27	3	23	20	400	
28	4	23	19	361	
29	8	23	15	225	
30	2	24	22	484	
รวม	161	698	553	10,307	
เฉลี่ย	4.83	23.27			
S.D.	1.97	0.45			
ร้อยละ	16.11	77.56			

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t - test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	2	23	21	441	t=85.97
2	2	24	22	484	
3	5	23	18	324	
4	4	24	20	400	
5	3	23	20	400	
6	2	25	23	529	
7	4	23	19	361	
8	3	24	21	441	
9	2	24	22	484	
10	5	23	18	324	
11	4	23	19	361	
12	3	23	20	400	
13	2	23	21	441	
14	4	23	19	361	
15	2	23	21	441	
16	3	24	21	441	
17	4	24	20	400	
18	3	23	20	400	
19	4	23	19	361	
20	3	23	20	400	
21	2	24	22	484	
22	4	23	19	361	
23	4	23	19	361	
24	2	24	22	484	

ตาราง 30 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t – test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
25	3	23	20	400	t=85.97
26	2	23	21	441	
27	2	23	21	441	
28	3	24	21	441	
29	2	24	22	484	
30	4	23	19	361	
รวม	92	702	610	12,452	
เฉลี่ย	3.07	23.40			
S.D.	0.98	0.56			
ร้อยละ	10.22	78.00			

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก
เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง

ที่	1. ด้านเนื้อหา					2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					3. ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้					4. ด้านการวัดและประเมินผล					รวม แต่ ละคน	เฉลี่ย แต่ ละ คน
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5		
1	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	89	4.45
2	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	91	4.55
3	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	93	4.65
4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	87	4.35
5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	88	4.40
6	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	89	4.45
7	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	89	4.45
8	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	90	4.50
9	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	93	4.65
10	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	90	4.50
11	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	91	4.55

ตาราง 31 (ต่อ)

ที่	1. ด้านเนื้อหา					2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					3. ด้านการใช้สื่อ การเรียนการสอนและ บรรยากาศในการเรียนรู้					4. ด้านการวัดและ ประเมินผล					รวม แต่ ละคน	เฉลี่ย แต่ ละคน
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5		
12	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	90	4.50
13	4	5	4	4	4	6	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	92	4.60
14	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	90	4.50
15	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	92	4.60
16	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	87	4.35
17	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	92	4.60
18	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	90	4.50
19	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	92	4.60
20	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	94	4.70
21	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	97	4.85
22	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	93	4.65

ตาราง 31 (ต่อ)

ที่	1. ด้านเนื้อหา					2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					3. ด้านการใช้สื่อ การเรียนรู้และการสอนและ บรรยากาศในการเรียนรู้					4. ด้านการวัดและ ประเมินผล					รวม แต่ละคน	เฉลี่ย แต่ละคน
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5		
23	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	92	4.60
24	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	93	4.65
25	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	93	4.65
26	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	92	4.60
27	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	91	4.55
28	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	93	4.65
29	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	92	4.60
30	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	95	4.75
รวมแต่ละด้าน	672					689					689					690						
เฉลี่ยแต่ละด้าน	4.48					4.59					4.59					4.60						
เฉลี่ยทุกด้าน	4.57																					

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกากบาท (x) ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		x		

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้กาก = ทับข้อนั้น แล้วกากบาทเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ข เป็นข้อ ง ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		x		x

3. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใด ๆ ลงในกระดาษคำตอบ
5. โปรดกรอกข้อมูลต่าง ๆ ลงในช่องส่วนบนของกระดาษคำตอบให้ครบถ้วน
6. เมื่อสอบเสร็จแล้วให้ส่งกระดาษคำตอบและแบบทดสอบที่กรรมการคุมสอบ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่อง ก ข ค และ ง ที่ถูกต้องที่สุด

สถานการณ์ที่ 1

นายปีเป็นนักกีฬาพุ่งแหลน ทำการแข่งขันกีฬาระดับโรงเรียน

โดยปีมีโอกาสพุ่งแหลนทั้งหมด 3 ครั้ง

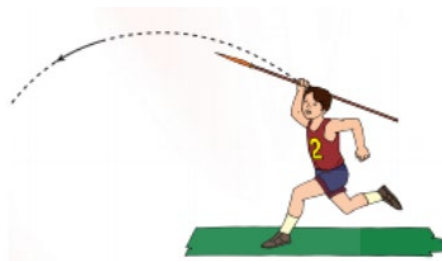
ซึ่งเขาทำการพุ่งแหลนโดยออกแรงขว้างมาก

ที่สุดทุกครั้งที่ขว้าง (ออกแรงเท่ากันทุกครั้ง)

ซึ่งสามารถวาดแนวการพุ่งแหลนของเขาได้ดังรูป

ในแต่ละครั้งเขาใช้มุมในการพุ่งแหลนที่ต่างกันออกไป

ดังนั้นเพื่อชัยชนะเขาจะต้องพุ่งแหลนให้ได้ระยะที่ไกลมากที่สุด เขาควรออกแบบการพุ่งแหลนในลักษณะใด (ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ 1-6)



1. จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ข้อใดเหมาะสมที่จะตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองจากสถานการณ์ที่ 1 มากที่สุด

- ก. ทุก ๆ มุมของการพุ่งแหลนกับแนวระดับทำให้วัตถุไปได้ไกลสุด
- ข. นายปีไม่จำเป็นจะต้องพุ่งแหลนทำมุม 45 องศา
- ค. นายปีจะต้องพุ่งแหลน ทำมุมเท่าใดกับแนวระดับ จึงจะตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด
- ง. ที่มุมเอียง 45 องศา กับแนวระดับ นายปีจะพุ่งแหลนตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด

2. จากสถานการณ์ที่ 1 ข้อใดกำหนดนิยาม S_x ได้เหมาะสมมากที่สุด

- ก. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่ของการพุ่งแหลนในแนวระดับ
- ข. เป็นขนาดหรือระยะการเคลื่อนที่ของการพุ่งแหลนในแนวตั้ง
- ค. เป็นขนาดความเร็วต้นการเคลื่อนที่การพุ่งแหลนในแนวระดับ
- ง. เป็นช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด

3. จากสถานการณ์ที่ 1 ควรกำหนดตัวแปรต้น ตรงตามข้อใด

- ก. แรงต้านอากาศ
- ข. ความแข็งแรงของนักกีฬา
- ค. มุมที่ปีพุ่งแหลนกับแนวระดับ
- ง. ระยะทางที่ปีพุ่งแหลนได้

4. จากสถานการณ์ที่ 1 ในการวัดความไกลของการพุ่งแหลนนักเรียนควรเลือกใช้เครื่องมือใด

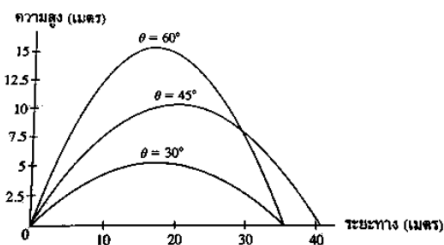
- ก. ไม้บรรทัด ข. ไม้เมตร ค. สายวัด ง. ตลับเมตรม้วน

5. ถ้านำสถานการณ์ที่ 1 มาออกแบบเป็นการทดลองโยนวัตถุที่โรงเรียนนักเรียนจำเป็นต้องทดลองและบันทึกผลเพื่อให้ได้ค่าใดบ้าง

- ก. มุมการโยนวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตกพื้นได้
ข. มุมการโยนวัตถุกับเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตกพื้นได้
ค. มุมการโยนวัตถุกับแรงต้านอากาศ
ง. มุมการโยนวัตถุกับความเร็วต้น

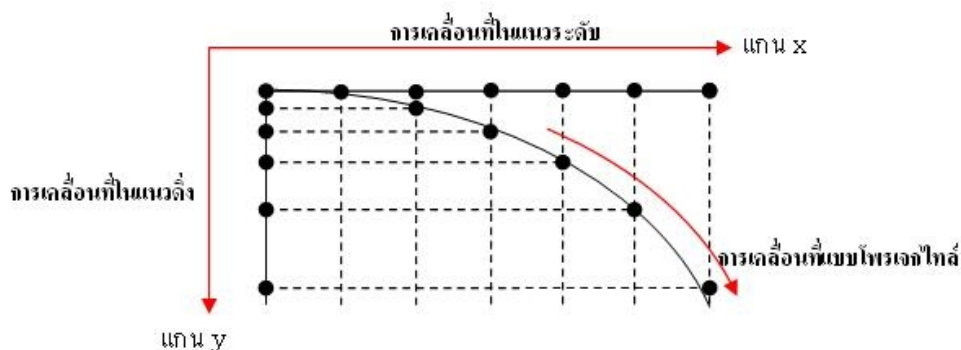
6. กราฟแสดงระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ขว้างออกไปด้วยอัตราเร็วคงตัวค่าหนึ่งในมุมที่แตกต่างกัน จากกราฟนี้จะต้องพุ่งแหลน ทำมุมกับแนวระดับตามข้อใดจึงจะทำให้แหลนเคลื่อนที่ได้ระยะไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด

- ก. ทำมุมเอียง 30 องศา กับแนวระดับ
ข. ทำมุมเอียง 70 องศา กับแนวระดับ
ค. ทำมุมเอียง 60 องศา กับแนวระดับ
ง. ทำมุมเอียง 45 องศา กับแนวระดับ



สถานการณ์ที่ 2

เอตต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แนวตั้งกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เขาจึงออกแบบทำการทดลองปล่อยเหรียญหนึ่งตกแบบอิสระ และอีกเหรียญเพิ่มแรงแนวระดับผลึกออกไป โดยที่อยากทราบว่าการเคลื่อนที่อิสระในแนวตั้งและแนวโค้งโพรเจกไทล์ของเหรียญ ที่ตกจากความสูงในระดับเท่ากันนั้น เหรียญจะมีลักษณะการเคลื่อนที่ตกอย่างไร มีปริมาณอะไรที่แตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งเอตได้รูปผลการทดลองดังนี้ (ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ 7-10)



7. จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ข้อใดเหมาะสมที่จะตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองจากสถานการณ์ที่ 2 มากที่สุด

- ก. เมื่อปล่อยเหรียญทั้ง 2 พร้อมกันด้วยความสูงเท่ากันการเคลื่อนที่วัตถุแนวตั้งและแบบโพรเจกไทล์จะตกถึงพื้นพร้อมกัน
- ข. ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งจะขึ้นกับความเร็วในแนวระดับ
- ค. ความเร็วการเคลื่อนที่ของเหรียญในแนวตั้งจะเท่ากับความเร็วในแนวราบ
- ง. ความเร็วการเคลื่อนที่ของเหรียญในแนวระดับเท่ากับศูนย์

8. จากสถานการณ์ที่ 2 ควรกำหนดตัวแปรตาม ตรงตามข้อใดต่อไปนี้

- ก. เวลาที่เหรียญตกลงพื้น
- ข. ความสูงของโต๊ะ
- ค. ความเร็วต้นที่ใช้เคาะเหรียญ
- ง. น้ำหนักของเหรียญ

9. ในสถานการณ์ที่ 2 ถ้าออกแบบการทดลองโดยที่เอเพิ่มแรงผลักเหรียญมากขึ้นนั้น เหตุการณ์ที่จะสังเกตผลที่สอดคล้องกับข้อใด

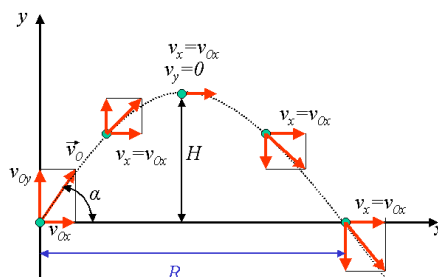
- ก. ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญ การกระจัดและเวลาที่เคลื่อนที่
- ข. ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญ การกระจัดและความเร็วต้นในการเคลื่อนที่
- ค. ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญ การกระจัดและมุมในการเคลื่อนที่
- ง. การกระจัด เวลา และมุมในการเคลื่อนที่

10. จากแผนภาพและสถานการณ์ที่ 2 การสรุปผลการทดลองข้อใดไม่เป็นจริง

- ก. เหรียญ A และ B เริ่มเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วแนวตั้งเท่ากัน
- ข. เหรียญ A และ B ตกถึงพื้นพร้อมกัน
- ค. การเคาะเหรียญ A และ B แรงขึ้น ระยะทางแนวราบของแต่ละเหรียญจะต่างกัน
- ง. ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งไม่ขึ้นกับความเร็วแนวราบ

สถานการณ์ที่ 3

นายทองดีประดิษฐ์ปืนของเล่นที่ใช้สปริงเป็นตัวดีดส่งแรง เขาทดลองยิงเล่นจำนวน 5 ครั้ง แต่ทุกครั้งข้ายืดสปริงปืนด้วยแรงแตกต่างกัน ซึ่งสามารถวาดแนวการเคลื่อนที่ของลูกปืนได้ ดังรูป ผลของแรงที่ยิงได้แต่ละครั้ง ส่งผลให้มุมในการเคลื่อนที่ได้แตกต่างกันออกไปด้วย (ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ 11-15)



11. จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่โพรเจกไทล์ ข้อใดเป็นการพยากรณ์การทดลองจากสถานการณ์ที่ 3 มากที่สุด

ก. ความเร็วต้นส่งผลให้การยิงโพรเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับที่ต่างกันโดยมุม 45 องศา ที่ปืนกระทำกับแนวระดับให้กระสุนไปได้ไกลสุด

ข. ความเร็วต้นส่งผลให้การยิงโพรเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับที่ต่างกันโดยมุม 75 องศา ที่ปืนกระทำกับแนวระดับให้กระสุนไปได้ไกลสุด

ค. นายทองดีต้องยิงปืนใหญ่ทำมุม 45 องศา กับแนวระดับกับแนวระดับ

ง. นายทองดีต้องยิงปืนใหญ่ทำมุม 75 องศา กับแนวระดับกับแนวระดับ

12. จากสถานการณ์ที่ 3 ข้อใดกำหนดนิยาม θ ได้เหมาะสมมากที่สุด

ก. มุมที่ปืนยิงกระทำกับแนวตั้ง

ข. มุมที่ปืนยิงกระทำกับแนวระดับ

ค. เป็นความเร็วต้นที่ใช้ยิงในแนวระดับ

ง. เป็นการกระจัดการเคลื่อนที่ของกระสุนในแนวระดับ

13. จากสถานการณ์ที่ 3 ควรกำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตรงตามข้อใดต่อไปนี้

ก. ความเร็วต้น

ข. ความสูงของกระสุนปืน

ค. การกระจัดแนวระดับ

ง. เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่

14. ในสถานการณ์ที่ 3 สามารถนำผลการยิงทั้ง 5 ครั้ง มาออกแบบเสนอกราฟความสัมพันธ์ตามข้อใดเหมาะสมที่สุด

- ก. ความเร็วต้นและการกระจัดแนวระดับ ข. ความเร็วต้นและมุมการยิง
ค. มุมการยิงและการกระจัดแนวระดับ ง. ไม่มีข้อใดถูก

15. จากแผนภาพและสถานการณ์ที่ 3 ข้อใดสรุปผลการทดลองเป็นจริง

- ก. ทองดีต้องการยิงกระสุน 75 องศา กับแนวระดับ กระสุนจะไปได้ไกลสุด
ข. ความเร็วต้นส่งผลให้การยิงโพเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับที่ต่างกันโดยมุม 45 องศาที่ปืนกระทำกับแนวระดับให้กระสุนไปได้ไกลสุด

- ค. ความเร็วต้นไม่ส่งผลให้การยิงโพเจกไทล์เคลื่อนที่ไปแนวระดับ
ง. ในการเคลื่อนที่แบบโพเจกไทล์ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งไม่ขึ้นกับความเร็วแนวราบ

16. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อที่ถูกต้องคือ

- 1) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีการเคลื่อนที่แบบความเร็วไม่คงที่เสมอ
- 2) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีแรงสู่ศูนย์กลางเสมอ
- 3) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีความเร่งสู่ศูนย์กลางเสมอ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

17. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

- 1) แรงสู่ศูนย์กลาง มีทิศตั้งฉากกับความเร็วตลอดการเคลื่อนที่
- 2) คาบของการเคลื่อนที่แปรผกผันกับความเร็ว
- 3) วัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ แสดงว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

ข้อที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

18. ผูกเชือกเข้ากับจุกยาง แล้วเหวี่ยงให้จุกยางเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับเหนือศีรษะ ด้วยอัตราเร็วคงตัว ข้อใดถูกต้อง

- ก. จุกยางมีความเร็วคงตัว
ข. จุกยางมีความเร่งเป็นศูนย์
ค. แรงที่กระทำต่อจุกยางมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางวงกลม
ง. แรงที่กระทำต่อจุกยางมีทิศเดียวกับความเร็วของจุกยาง

19. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ 1 รอบ เรียกว่า ความถี่
- 2) ตัวแปรที่ที่บ่งบอกถึงจำนวนรอบต่อเวลา มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์

ข้อใดถูกต้อง

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. ข้อ 1 และ 2 ถูก | ข. ข้อ 1 ถูก และ ข้อ 2 ผิด |
| ค. ข้อ 1 ผิด และ ข้อ 2 ถูก | ง. ข้อ 1 และ 2 ผิด |

20. ข้อใดเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| ก. การเคลื่อนที่ของรถไต่ถัง | ค. การโยนลูกบาสเกตบอล |
| ค. การยิงธนู | ง. การเคลื่อนที่ของกระสุนปืน |

21. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เป็นรูปร่างกลมด้วยอัตรา 10 รอบ ในเวลา 5 วินาที

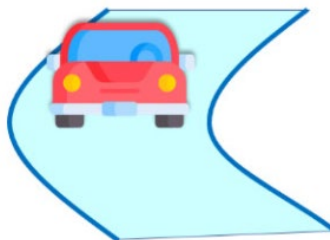
ความถี่ในการเคลื่อนที่เป็นกี่เฮิรตซ์

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| ก. 0.5 Hz | ข. 2.0 Hz | ค. 5.0 Hz | ง. 15 Hz |
|-----------|-----------|-----------|----------|

22. ชิงช้าสวรรค์หมุนด้วยอัตรา 12 รอบต่อนาที ถ้าจับเวลาที่ชิงช้าสวรรค์หมุนครบ 1 รอบ จะใช้เวลากี่วินาที

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| ก. 5 | ข. 10 | ค. 15 | ง. 20 |
|------|-------|-------|-------|

23. สังเกตรถคันหนึ่งวิ่งบนทางโค้งราบที่มีรัศมีความโค้งเป็น R ข้อใดคือแรงเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของรถคันนี้ เมื่อรถคันนี้วิ่งผ่านทางโค้งได้อย่างปลอดภัย



- | | |
|--------------------|----------------|
| ก. แรงปฏิกิริยา | ข. น้ำหนัก |
| ค. แรงเสียดทานสถิต | ง. แรงตึงเชือก |

24. กล้องปืนหนึ่งวางอยู่บนโต๊ะที่หมุนรอบแนวตั้งได้ ห่างจากกึ่งกลางของโต๊ะเป็นระยะ R เมื่อโต๊ะหมุนด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่งและไม่ทำให้กล้องร่วงลงไป เมื่อพื้นโต๊ะกับกล้องปืนนี้ มีความฝืด ข้อใดคือแรงเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่แบบวงกลมของกล้องปืนนี้

- ก. แรงปฏิกิริยาที่โต๊ะกระทำกับกล้อง ข. น้ำหนักของกล้อง
ค. แรงเสียดทานสถิตระหว่างกล้องกับพื้นโต๊ะ ง. แรงตึงเชือก

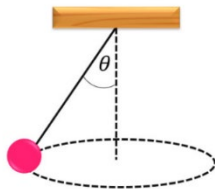
25. ลูกตุ้มมวล 1 กิโลกรัม ผูกด้วยเชือกยาว 80 เซนติเมตร เหยียงให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมตามแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว เมื่อเร่งให้ลูกตุ้มมีอัตราเร็วสูงสุด จงหาว่าเชือกจะทำมุมเท่าใดกับแนวตั้ง ถ้าเชือกทนแรงตึงได้สูงสุด 20 นิวตัน

- ก. 60° ข. 53° ค. 37° ง. 30°

26. ผูกมวล 2 กิโลกรัมกับเชือก เหยียงให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบตั้ง มีรัศมีความโค้ง 1 เมตร ขณะเชือกอยู่ในแนวระดับวัตถุนี้มีอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที จงหาความเร่งของวัตถุ ขณะนั้นจะมีค่ากี่เมตรต่อ(วินาที)² ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- ก. $6\sqrt{5}$ ข. $5\sqrt{5}$ ค. $4\sqrt{5}$ ง. $3\sqrt{5}$

27. จากรูป เป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม ข้อใดคืออัตราเร็วสูงสุดของการเคลื่อนที่นี้ เมื่อวัตถุมีมวลเป็น m และรัศมีการเคลื่อนที่เป็น R



- ก. Rg ข. \sqrt{Rg} ค. $Rg \tan \theta$ ง. $\sqrt{Rg \tan \theta}$

28. ถ้าดาวเทียมเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบโลก พิจารณาข้อต่อไปนี้ข้อใดบ้างที่เป็นจริง

- 1) ความเร่งของดาวเทียมมีค่าคงที่
- 2) ดาวเทียมมีความเร่งสู่โลกเสมอ
- 3) เวลาที่ดาวเทียมเคลื่อนที่ครบรอบคงที่

- ก. ข้อ 1 เท่านั้น ข. ข้อ 2 เท่านั้น ค. ข้อ 3 เท่านั้น ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

29. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การยกขอบถนนด้านนอกให้เอียงทำมุมกับแนวระดับมากหรือน้อย จะต้องคำนึงถึงอัตราเร็วของรถขณะเลี้ยวโค้ง และรัศมีของความโค้ง
- 2) ถ้าดาวเทียมโคจรรอบโลกเป็นวงกลม ดาวเทียมมีความเร็วในการเคลื่อนที่
- 3) ถ้าต้องการหาอัตราเร็วของดาวเทียมที่โคจรเป็นวงกลมรอบโลก จะต้องทราบมวลของดาวเทียม และรัศมีวงโคจรของดาวเทียม

ข้อที่ถูกต้องคือ

- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

30. ดาวเทียมมวล m โคจรเป็นวงกลมรอบโลกด้วยอัตราเร็วคงที่ v ถ้าโคจรอยู่เหนือพื้นโลก เป็นระยะ r และให้ R เป็นรัศมีของโลก ความเร็วสุโลกของดาวเทียมจะมีค่าเท่ากับ

- ก. $\frac{mv^2}{r}$ ข. $\frac{mv^2}{r+h}$ ค. $\frac{v^2}{r}$ ง. $\frac{v^2}{r+h}$

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	16	ง
2	ก	17	ก
3	ค	18	ค
4	ง	19	ค
5	ก	20	ก
6	ง	21	ข
7	ก	22	ก
8	ก	23	ค
9	ก	24	ค
10	ก	25	ก
11	ค	26	ข
12	ข	27	ง
13	ก	28	ง
14	ก	29	ก
15	ข	30	ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกากบาท (x) ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		x		

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้กาก = ทับข้อนั้น แล้วกากบาทเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ข เป็นข้อ ง ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		x		x

3. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใด ๆ ลงในกระดาษคำตอบ
5. โปรดกรอกข้อมูลต่าง ๆ ลงในช่องส่วนบนของกระดาษคำตอบให้ครบถ้วน
6. เมื่อสอบเสร็จแล้วให้ส่งกระดาษคำตอบและแบบทดสอบที่กรรมการคุมสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 30 ข้อ

.....
คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่อง ก ข ค และ ง ที่ถูกต้องที่สุด

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่แบบใด

ก. แนวเส้นตรง	ข. แนววงกลม
ค. แนวโค้งแบบพาราโบลา	ง. แนวโค้งแบบไฮเพอร์โบลา
2. แรงที่กระทำต่อวัตถุ หลังจากเริ่มเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือแรงในข้อใด

ก. แรงดึงดูดระหว่างมวล	ข. แรงโน้มถ่วงของโลก
ค. แรงสู่ศูนย์กลางของ	ง. แรงปฏิกิริยาที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ
3. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ไม่ถูกต้อง

ก. แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุคงที่ตลอดการเคลื่อนที่
ข. ความเร่งในการเคลื่อนที่คงที่ตลอดการเคลื่อนที่
ค. ความเร็วในการเคลื่อนที่คงที่ตลอดการเคลื่อนที่
ง. เป็นการเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและแนวตั้งไปพร้อมกัน
4. วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ขณะที่วัตถุอยู่ที่จุดสูงสุด ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องที่สุด

ก. แรงที่กระทำต่อวัตถุคงที่	ข. ความเร่งของวัตถุมีค่าคงที่
ค. ความเร็วของวัตถุมีค่าเป็นศูนย์	ง. ความเร็วของวัตถุในแนวตั้งมีค่าเป็นศูนย์
5. การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบโพรเจกไทล์ มีลักษณะดังข้อใด

ก) แนวการเคลื่อนที่ มีทั้งในแนวตั้งและในแนวระดับพร้อม ๆ กัน
ข) การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้ความเร่ง g กับเวลา t
ค) ความเร็วต้นในแนวระดับที่มีค่ามากกว่าศูนย์ และมีค่าคงตัว ตลอดการเคลื่อนที่
ง) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ตามแนวโค้งพาราโบลา จะมีค่ามากกว่าเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ในแนวตั้ง

พิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ ก , ข ข. ข้อ ข , ค ค. ข้อ ค , ง ง. ข้อ ก , ข และ ค

6. ข้อใดใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากที่สุด

- ก. เครื่องบินขณะบินขึ้นจากสนามบิน ข. เด็กเล่นไม้สโนว์
ค. ลูกเทนนิสที่ถูกตีออกไปข้างหน้า ง. เครื่องบินขณะร่อนลง

7. ยิงวัตถุ A ขึ้นจากพื้นดินทำมุม θ กับแนวระดับ ด้วยขนาดความเร็วต้น u ถ้าต้องการยิงวัตถุ B จากพื้นดินเพื่อให้ตกไกลเท่ากับวัตถุ A ต้องมีมุมยิงทำมุมเท่ากับแนวระดับและขนาดความเร็วต้นเท่าใด

- ก. 2θ และ u ข. $90^\circ - \theta$ และ u ค. $\theta/2$ และ $2u$ ง. 2θ และ $\frac{u}{2}$

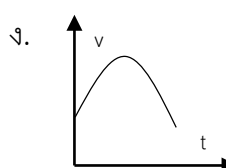
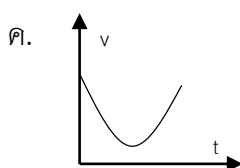
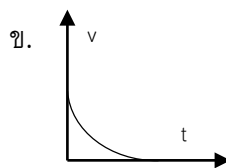
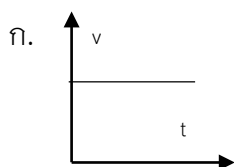
8. วัตถุ A ถูกขว้างออกไปในแนวระดับ วัตถุ B ถูกปล่อยลงในแนวตั้งพร้อมกัน จากระดับความสูงเดียวกัน ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับวัตถุทั้งสอง

- ก. ขณะกระทบพื้นมีอัตราเร็วเท่ากัน ข. ความเร็วในแนวตั้งเท่ากันตลอดเวลา
ค. ตกถึงพื้นพร้อมกัน ง. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่ากัน

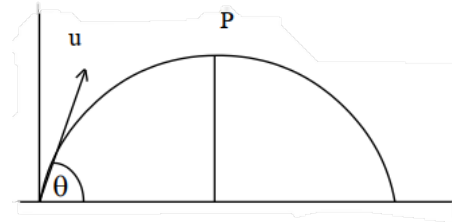
9. นักกีฬาจะต้องพุ่งแหลน ทำมุมเท่ากับแนวระดับ จึงจะตกไกลจากจุดพุ่งมากที่สุด

- ก. ทำมุมเอียง 30 องศา กับแนวระดับ ข. ทำมุมเอียง 45 องศา กับแนวระดับ
ค. ทำมุมเอียง 60 องศา กับแนวระดับ ง. ทำมุมเอียง 70 องศา กับแนวระดับ

10. เมื่อยิงวัตถุด้วยอัตราเร็ว u ทำมุม θ กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว v กับเวลา t ได้ถูกต้อง



11. โปเจกไทล์มีความเร็วต้น u ในทิศทำมุม θ กับแนวนอน และขึ้นไปได้ตำแหน่งสูงสุดที่จุด P ในเวลา t วินาที ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ จงพิจารณาตำแหน่ง P ซึ่งเป็นจุดสูงสุดของการเคลื่อนที่ข้อใดกล่าวถูกต้อง



1. การกระจัดในแนวนอนเท่ากับ $U\cos\theta t$
2. ความเร่งมีค่าเป็นศูนย์
3. อัตราเร็วเท่ากับ $U\cos\theta$
4. การกระจัดในแนวตั้งเท่ากับ $U\sin\theta t$

ก. 1 และ 3 ข. 1 และ 4 ค. 1, 2 และ 3 ง. 2, 3 และ 4

12. ขว้างวัตถุด้วยความเร็วต้น 15 m/s ทำมุม 37° กับแนวนอน วัตถุจะอยู่ห่างจากจุดขว้างในแนวเดียวกัน ไกลสุดกี่เมตร

ก. 10.8 ข. 18.0 ค. 21.6 ง. 36.0

13. กูกิกี้ตีลูกกอล์ฟขึ้นทำมุมกับแนวนอน ปรากฏว่าลูกกอล์ฟลอยอยู่ในอากาศนาน 6 วินาที อยากทราบว่าลูกกอล์ฟขึ้นไปได้สูงสุดกี่เมตร

ก. 45 ข. 55 ค. 60 ง. 75

14. นูชขว้างก้อนหินไปด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที นูชสามารถขว้างไปได้ไกลสุดกี่เมตร

ก. 40.0 ข. 34.6 ค. 30.0 ง. 24.6

15. ขว้างวัตถุออกไปในแนวนอนจากที่สูง 80 เมตร ระดับ 60 เมตร เร็วของวัตถุที่ถูกขว้างออกไปเป็นเท่าใด

ก. 60 m/s ข. 40 m/s ค. 20 m/s ง. 15 m/s

16. การเคลื่อนที่ใดที่แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

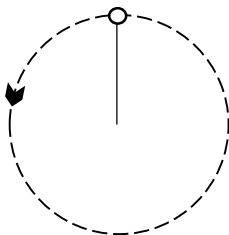
- | | |
|-------------------------------|--|
| ก. การเคลื่อนที่ในแนวตรง | ข. การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ |
| ค. การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ | ง. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย |

17. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อที่ถูกต้องคือ

- 1) ความเร็วเชิงมุม มีค่าเท่ากับ การเปลี่ยนมุมในหนึ่งหน่วยเวลา
- 2) การเคลื่อนที่แบบวงกลม ด้วยอัตราเร็วคงที่เป็นการเคลื่อนที่แบบความเร็วไม่คงที่
- 3) การเคลื่อนที่แบบวงกลม ด้วยอัตราเร็วคงที่เป็นการเคลื่อนที่แบบไม่มีความเร่ง

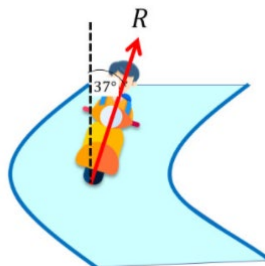
ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

18. ผูกวัตถุด้วยเชือกแล้วเหวี่ยงให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระนาบตั้ง ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งสูงสุดของวงกลม ดังแสดงในรูป แรงชนิดใดในข้อต่อไปนี่ที่ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง



- ก. แรงดึงเชือก
ข. น้ำหนักของวัตถุ
ค. แรงดึงเชือกบวกน้ำหนักวัตถุ
ง. ที่ตำแหน่งนั้น แรงสู่ศูนย์กลางเป็นศูนย์
19. ทิศของแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัวและทิศของความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ในลักษณะดังกล่าว สัมพันธ์กันอย่างไร
- ก. แรงมีทิศสู่ศูนย์กลาง ความเร็วมีทิศตั้งฉากกับแรง
ข. แรงมีทิศสู่ศูนย์กลาง ความเร็วมีทิศขนานกับรัศมีวงกลม
ค. แรงมีทิศหนีศูนย์กลาง ความเร็วมีทิศตั้งฉากกับแรง
ง. แรงมีทิศหนีศูนย์กลาง ความเร็วมีทิศเดียวกับแรง
20. ข้อใดกล่าวผิดในการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุ
- ก. ทิศความเร็วคือเส้นสัมผัสเส้นโค้ง
ข. เวลาครบ 1 รอบ คือ ความถี่
ค. เมื่อครบ 1 รอบ มุมเป็น 2 เรเดียน
ง. เวลาครบ 1 รอบ คือ คาบ
21. ข้อใดต่อไปนี่ คือ คาบของโลกที่หมุนรอบตัวเอง
- ก. 1 วัน
ข. 24 วัน
ค. 30 วัน
ง. 365 วัน
22. วัตถุมวล 0.4 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกที่มีความยาว 1 เมตร แกว่งเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ 5 เมตรต่อวินาที จงหาขนาดของแรงสู่ศูนย์กลาง
- ก. 2 นิวตัน
ข. 4 นิวตัน
ค. 8 นิวตัน
ง. 10 นิวตัน

28. จากรูป มอเตอร์ไซด์พร้อมคนขี่บนทางโค้งราบที่มีรัศมี 20 เมตร ข้อใดคืออัตราเร็วสูงสุดที่คนขี่มอเตอร์ไซด์นี้ผ่านทางโค้งราบได้อย่างปลอดภัย เมื่อ R คือแรงลัพท์ที่กระทำกับแนวของมอเตอร์ไซด์กับคนขี่



ก. 10.5 ข. 12.25 ค. 14.14 ง. 20.80

29. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การยกขอบถนนด้านนอกให้เอียงทำมุมกับแนวระดับมากหรือน้อย จะต้องคำนึงถึงอัตราเร็วของรถขณะ เลี้ยวโค้ง และรัศมีของความโค้ง
- 2) ถ้าดาวเทียมโคจรรอบโลกเป็นวงกลม ดาวเทียมมีความเร็วในการเคลื่อนที่
- 3) ถ้าต้องการหาอัตราเร็วของดาวเทียมที่โคจรเป็นวงกลมรอบโลก จะต้องทราบมวลของดาวเทียม และรัศมีวงโคจรของดาวเทียม ข้อที่ถูกต้องคือ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

30. ดาวเทียมเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบโลก โดยมีระยะห่างจากผิวโลกเท่ากับรัศมีของโลก อัตราเร็วของดาวเทียมมีค่ากี่เมตรต่อวินาที (มวลโลก = 6×10^{24} kg, รัศมีโลก = 6.4×10^6 m)

ก. 1.6×10^4 m/s ข. 4.0×10^3 m/s ค. 5.7×10^3 m/s ง. 11.3×10^3 m/s

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	16	ข
2	ข	17	ก
3	ค	18	ค
4	ค	19	ก
5	ง	20	ข
6	ค	21	ก
7	ข	22	ง
8	ก	23	ข
9	ข	24	ข
10	ค	25	ค
11	ข	26	ก
12	ค	27	ข
13	ข	28	ข
14	ก	29	ง
15	ง	30	ค

แบบสอบถามความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้
เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

.....

1. แบบประเมินความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก ไม่มีผลกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียนผลการตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์มากต่อการนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงขอความร่วมมือในการตอบคำถามตามความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยแบ่งคำถามออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้ 4) ด้านการวัดและประเมินผล ด้านละ 5 รวมเป็น 20 ข้อ

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความ แล้วพิจารณาว่า มีความรู้สึกตรงกับคำตอบใด โดยกาเครื่องหมาย (v) ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นมากที่สุด

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1	ได้รับความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งสอดคล้องกับจุดประสงค์					
2	ความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้					
3	สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี					

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
4	การจัดลำดับของเนื้อหาเป็นไปอย่างมีระบบ และมีขั้นตอนชัดเจน					
5	สถานการณ์ปัญหามีความเหมาะสมกับเนื้อหา และสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง					
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ปฏิบัติกิจกรรม และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง					
7	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
8	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมเกิดทักษะ การทำความเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา					
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมเกิด ความสนุกสนาน และท้าทายการแก้ปัญหา					
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ทำงานร่วมกันเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มและภายในชั้นเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน					
3. ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้						
11	เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้ อย่างอิสระและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
12	บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม					
13	ใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา					
14	จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับเนื้อหา					

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
15	บรรยากาศในการเรียนรู้เป็นบรรยากาศ ที่อบอุ่น มีความเป็นกันเอง มีปฏิสัมพันธ์กันเอง ภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน					
4. ด้านการวัดและประเมินผล						
16	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ และผลการเรียนรู้					
17	การวัดและประเมินผลมีความหลากหลาย และเป็นไปตามสภาพจริง					
18	มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หรือการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและในชั้นเรียน					
19	นักเรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองจากเกณฑ์ ที่ตั้งไว้					
20	กิจกรรมการเรียนรู้หรือภาระงานเหมาะสมกับ การวัดและประเมินผล					

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ ของนักเรียน

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
ร่วมกับผังกราฟิกเรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง วิชาฟิสิกส์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก)

รายวิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง

จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนหน่วยย่อยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เมื่อจุดเริ่มต้น

และจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

สาระและผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณ และกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมมูลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

สาระการเรียนรู้

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
2. การเคลื่อนที่ในแนวระดับ และแนวโค้ง

จุดประสงค์

นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกันได้
2. นักเรียนสามารถทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมกับระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุได้

ด้านทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
4. การคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
6. การพยากรณ์
7. การทดลอง
8. การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อมูล

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. มุ่งมั่นในการทำงาน
3. ความร่วมมือในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก

1. ช้่นนำเสนอเนื้อหา (20 นาที)

1.1 นักเรียน และครูร่วมกันทบทวนความรู้เดิม เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ว่ามีปริมาณใดบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงเนื้อหาโดยนักเรียนเรียนร่วมกันทำการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.2 นักเรียนร่วมกันศึกษา ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อภิปรายภายในกลุ่ม เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีลักษณะอย่างไร หากค่ามุมการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไป ระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเท่าเดิมหรือไม่ อย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยไม่เน้นถูกผิด)

1.3 นักเรียน และครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อวัตถุทำมุมลักษณะต่าง ๆ

1.4 ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และอธิบายการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ท้ายประลองยิงไกล การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบทดสอบย่อย 2

2. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับแผนผังกราฟิก

2.1 แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นคนคัดเลือกตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มละ 4 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน แล้วให้ผู้เรียนตั้งชื่อกลุ่ม

2.2 เมื่อแบ่งกลุ่มเสร็จครูชี้แจงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในกลุ่ม และมอบหมายงาน

2.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม ใบความรู้สำหรับศึกษาเพิ่มเติม และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ทำประลองยิงไกล

2.4 หลังจากนักเรียนรับใบกิจกรรม และอุปกรณ์เสร็จนักเรียนภายในกลุ่มจะแบ่งหน้าที่กันทำงาน ทำตามการทดลองในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ทำประลองยิงไกล ทำการบันทึกผล ตอบคำถาม และช่วยกันสรุปและอภิปรายผลลงในแบบฝึกกิจกรรมฝึกทักษะ เรื่อง ทำประลองยิงไกล ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมครูก็จะทำการสังเกต และประเมินพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน

2.5 เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเสร็จ ให้นักเรียนเขียนกราฟิกซึ่งเป็นการสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนอีกรอบหนึ่ง

3. ขั้นทดสอบย่อย

3.1 ครูให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนรายบุคคลด้วยตนเอง แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบไปเป็นคะแนนของกลุ่ม

3.2 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

4. ขั้นสรุปบทเรียนและยกย่องชมเชย

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า

- ถ้าความเร็วต้นคงที่ ค่าระยะทางในแนวแกน x จะเท่ากันสำหรับทุกมุม θ ใดๆ ที่บวกกันได้ $= 90^\circ$ เช่น 30° กับ 60° ได้ $\sin 30^\circ \cos 30^\circ = \sin 60^\circ \cos 60^\circ$ และ 37° กับ 53° ได้ $\sin 37^\circ \cos 37^\circ = \sin 53^\circ \cos 53^\circ$

- ถ้าความเร็วต้นคงที่คงที่ ระยะทางในแนวแกน x จะมากที่สุดเมื่อ $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุด นั่นคือ $\sin 2\theta = 1$

- ถ้าระยะทางในแนวแกน x คงที่ ความเร็วต้นจะน้อยที่สุดเมื่อ $\theta = 45^\circ$ ด้วยเช่นกัน

4.2 จากนั้นครูประเมินผลการทำงานกลุ่ม คิดคะแนนพัฒนารายบุคคล และรายกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงที่สุดได้คำชมเชย นักเรียนตัวแทนกลุ่มรับมอบของรางวัลจากครู

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน
2. กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทำประลองยิงไกล
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน สสวท. ม.4 เล่ม 2
2. แหล่งสืบค้นอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและ จุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
	ตรวจแบบฝึกทักษะกระบวนการทางลักษณะ เรื่อง ทำประลองยิงไกล	แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทำประลองยิงไกล	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
	ตรวจใบกิจกรรมผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน	ใบกิจกรรมแผนผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน	ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านทักษะ กระบวนการ	ตรวจแบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจก ไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้น และ จุดสุดท้ายอยู่ในแนว ระดับเดียวกัน	แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้น และ จุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับ เดียวกัน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ และสมรรถนะ	การสังเกตคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะ	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะ	ผ่านเกณฑ์ระดับ ดี ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

บันทึกหลังการสอน

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....
(นายภาณุพงศ์ พาดิ)
...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

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

ลงชื่อ.....
(นายวิชัย มั่นพลศรี)
ผู้อำนวยการสถานศึกษา

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทำประลองยิงไกล

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขนาดการกระจัดในแนวระดับของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่เกิดขึ้นจากการยิงวัตถุในทิศทางมุมกับแนวระดับแตกต่างกัน

ทักษะที่ต้องการให้เกิด

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
4. การพยากรณ์
5. การทดลอง

อุปกรณ์

1. ลูกโป่ง 1 ลูก
2. ท่อพีวีซี 1 อัน
3. ตลับเมตร 1 อัน
4. ลูกปิงปอง 1 ลูก
5. ไม้วัดมุมครึ่งวงกลม 1 อัน
6. นี้อต หรือ ตะปูสำหรับยึดท่อพีวีซี 2 ตัว
7. แผ่นไม้ 2 แผ่น

วิธีการทดลอง

1. ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ดังภาพ
2. ปรับกระบอกพีวีซีให้ทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ
3. ใส่ลูกปิงปองลงในกระบอกท่อพีวีซี ดึงลูกโป่งแล้วปล่อยมือ เพื่อยิงลูกปิงปองออก จากปากกระบอกพีวีซี สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของลูกปิงปอง
4. วัดระยะจากจุดเริ่มต้นถึงจุดที่ลูกปิงปองตก บันทึกผลลงในตารางบันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 2 – 4 แต่เปลี่ยนมุมเป็น 45 องศา และ 60 องศา ตามลำดับ
6. ตอบคำถามและสรุปผลการทดลอง



ภาพประกอบ 1 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง เรื่องทำประลองยิงไกล
ที่มา : <https://www.mtec.or.th/research-projects/36385/>

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3

กลุ่ม ชั้น.....

ชื่อสมาชิก 1. เลขที่.....
 2. เลขที่.....
 3. เลขที่.....
 4. เลขที่.....
 5. เลขที่.....

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1) นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ลูกปิงปองเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด

.....

2) นักเรียนคิดว่าการปรับทิศทางการยิงมีผลทำให้ลูกปิงปองเคลื่อนที่ไกลขึ้น หรือไม่ อย่างไร

.....

3) นักเรียนมีวิธีการควบคุมให้แรงในการยิง และความเร็วเริ่มต้นของลูกปิงปองมีค่าเท่ากันได้
 อย่างไร

.....

ตารางบันทึกผลการสังเกต

มุมที่ใช้ในการยิงลูกปิงปอง	ระยะจากจุดเริ่มต้นถึงจุดตก (m)
30 องศา	
45 องศา	
60 องศา	

1) เมื่อยิงลูกปิงปองออกไป เหตุใดลูกปิงปองจึงเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง

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

2) ถ้ายิงลูกปิงปองด้วยแรงที่เท่ากัน แต่มุมในการยิงแตกต่างกันจะมีผลต่อการกระจัดในแนวระดับอย่างไร

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

3) ถ้ายิงลูกปิงปองด้วยแรงที่แตกต่างกัน แต่มุมในการยิงเท่ากันจะมีผลต่อการกระจัดในแนวระดับอย่างไร

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

4) นักเรียนคิดว่าความคลาดเคลื่อนของกิจกรรมนี้เกิดจากอะไร

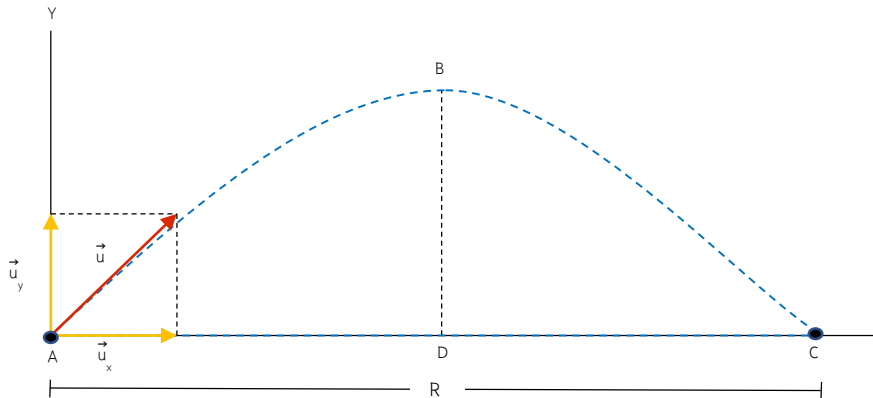
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

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

ใบความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

พิจารณาการขว้างวัตถุจากจุด A ด้วยความเร็วต้น \vec{u} ทำมุม กับแนวระดับ วัตถุตกที่จุด C โดย A และ C อยู่ในแนวระดับเดียวกัน และ B เป็นตำแหน่งของวัตถุ ขณะเคลื่อนที่ขึ้นถึงจุดสูงสุด



ภาพประกอบ 1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

1. หาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสูงสุด (t จาก A \rightarrow B)

การเคลื่อนที่จาก A ไป B ที่จุดสูงสุด $v_y = 0$ และ $a_y = -g$, $u_y = u \sin \theta$

จาก $v_y = u_y + a_y t$

จะได้ $0 = u \sin \theta + (-g)t$

$$gt = u \sin \theta$$

ดังนั้น

$$t = \frac{u \sin \theta}{g} \dots \dots \dots (1)$$

2. หาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด (t จาก A \rightarrow B \rightarrow C)

การเคลื่อนที่จาก A ถึง C จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน $s_y = 0$

และ $a_y = -g$, $u_y = u \sin \theta$

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

จะได้
$$0 = (u \sin \theta)t + \frac{1}{2}(-g)t^2$$

$$\frac{1}{2}gt^2 = (u \sin \theta)t$$

$$\frac{1}{2}gt = (u \sin \theta)$$

ดังนั้น
$$t = \frac{2u \sin \theta}{g} \dots\dots\dots (2)$$

จากสมการ (1) และ (2) จะพบว่า

- 1) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมดเป็น 2 เท่า ของเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นไปสูงสุด
- 2) มุม θ ยิ่งมาก ยิ่งใช้เวลาเคลื่อนที่ในอากาศมาก

3. หาระยะสูงสุดตามแนวตั้ง (H)

วัตถุเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด $s_y = H$, $v_y = 0$ และ $a_y = -g$, $u_y = u \sin \theta$

จาก
$$v_y^2 = u_y^2 + 2a_y s_y$$

$$0 = (u \sin \theta)^2 + 2(-g)H$$

$$2gH = u^2 \sin^2 \theta$$

ดังนั้น
$$H = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g} \dots\dots\dots (3)$$

จากสมการ (5.3) จะเห็นว่า มุม θ ยิ่งมาก วัตถุยิ่งเคลื่อนที่ขึ้นได้สูง

4. หาระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับจากเริ่มต้นถึงพื้นระดับเดิม (Range : R)

การเคลื่อนที่จาก A ถึง C จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน $s_x = R$,

$u_x = u \cos \theta$ และจากสมการ (2)

$$\text{จาก } s_x = u_x t$$

$$R = (u \cos \theta) \left(\frac{2u \sin \theta}{g} \right)$$

$$R = \frac{u^2 (2 \sin \theta \cos \theta)}{g}$$

จากความรู้ทางตรีโกณมิติ $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$

$$\text{ดังนั้น} \dots\dots\dots(4)$$

จากสมการ (4) ถ้ายิงโม่เหล็กด้วยขนาดความเร็วต้น u เท่ากันแต่มุมยิง θ

ต่างกัน R จะมีค่ามากที่สุด (R_{\max}) เมื่อ $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุด (sine ของมุมจะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1)

$$\sin 2\theta = 1 \quad \text{ซึ่ง} \quad \sin 90^\circ = 1$$

$$\text{จะได้} \quad 2\theta = 90^\circ$$

$$\theta = 45^\circ$$

ดังนั้น สรุปได้ว่า 1. เมื่อมุม $\theta = 45^\circ$ วัตถุจะตกได้ไกลที่สุดตามแนวระดับ และ $R_{\max} = \frac{u^2}{g}$

2. ถ้าต้องการยิงวัตถุให้ถึงที่หมาย โดยใช้ความเร็วน้อยที่สุด มุม θ

ต้องเท่ากับ 45°

5. อัตราส่วนระหว่างระยะสูงสุดตามแนวตั้งกับระยะตกไกลตามแนวระดับ

(H : R)

จากสมการ (3) $H = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$ และสมการ (4) $R = \frac{u^2(2 \sin \theta \cos \theta)}{g}$

$$\frac{H}{R} = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g} \times \frac{g}{u^2(2 \sin \theta \cos \theta)}$$

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{4} \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{4} \tan \theta$$

.....(5)

6. ยิงโผล่เจกไทล์ 2 ครั้ง ด้วยมุมยิง θ_1 และ θ_2 ถ้าขนาดความเร็วต้น (u)

เท่ากันและ $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ วัตถุจะตกโดยมีพิสัย (Range) เท่ากัน

พิสูจน์จากสมการ $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

ยิงครั้งที่ 1 $\theta = \theta_1$ จะได้ $R_1 = \frac{u^2 \sin 2\theta_1}{g}$ (a)

ยิงครั้งที่ 1 $\theta = \theta_2$ จะได้ $R_2 = \frac{u^2 \sin 2\theta_2}{g}$ (b) ซึ่ง $\theta_2 = 90^\circ - \theta_1$

$$R_2 = \frac{u^2 \sin 2(90^\circ - \theta_1)}{g}$$

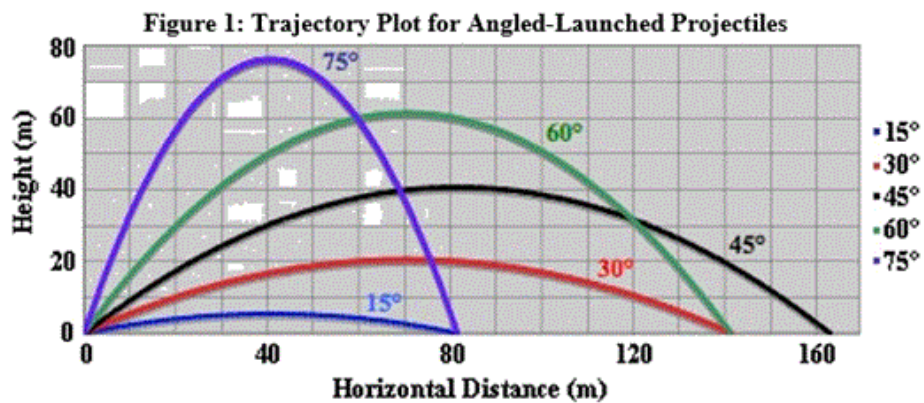
$$R_2 = \frac{u^2 \sin 2(180^\circ - 2\theta_1)}{g}$$

จากความรู้ทางตรีโกณมิติ $\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$

จะได้ $R_2 = \frac{u^2 \sin 2\theta_1}{g}$ (c)

สมการ (a) = (c) นั่นคือ $R_1 = R_2$ ดังนั้น ถ้าต้องการยิงโผล่เจกไทล์ 2 ครั้ง ให้ตกไกล

ในแนวระดับ (พิสัย) เท่ากัน มุมยิง 2 ครั้ง ต้องรวมกันได้ 90°



ภาพประกอบ 1 โปเจกไทล์เคลื่อนที่จากจุดกำเนิดด้วยขนาดของมุมยิงที่แตกต่างกัน
ที่มา : <http://www.physic2u.com/Topic55/Projectile/Projectile.html>

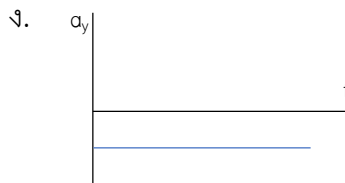
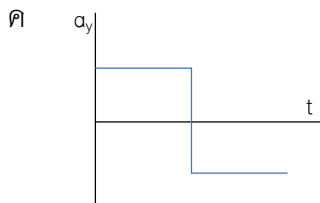
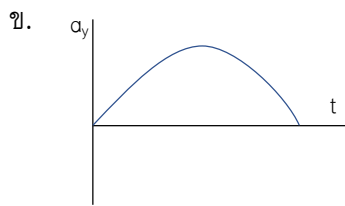
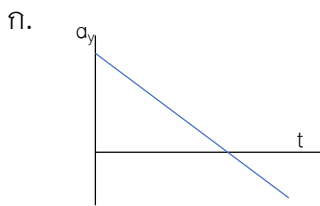
สรุป

- มุมยิงยิ่งมาก ยิ่งเคลื่อนที่ขึ้นได้สูง และใช้เวลาในการเคลื่อนที่นาน
- มุมยิง 45° ตกไกลที่สุด
- มุมยิง 2 ครั้ง บวกกันได้ 90° ตกไกลเท่ากัน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง : ข้อสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน จำนวน 10 ข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ใช้เวลาในการทดสอบ 10 นาที

- ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องสำหรับวัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (การวิเคราะห์)
 - ความเร็วต้นในแนวตั้งต้องไม่เป็นศูนย์
 - แนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งพาราโบลา
 - ขณะเคลื่อนที่มีแรงกระทำ 1 แรง
 - ความเร็วต้นในแนวระดับต้องไม่เป็นศูนย์
- ตีลูกแก้วออกจากขอบโต๊ะ ปริมาณใดของลูกแก้วมีค่าคงตัว (ความเข้าใจ)
 - ความเร็วในแนวตั้ง
 - ความเร็วในแนวระดับ
 - การกระจัด
 - ความเร็ว
- โพรเจกไทล์อันหนึ่งถูกยิงขึ้นไปในทิศทำมุม 50 องศา กับแนวระดับ กราฟใดต่อไปนี้อธิบายความเร่งในแนวตั้งของโพรเจกไทล์ดังกล่าวได้ดีที่สุด (การสังเคราะห์)



- ยิงวัตถุ A ขึ้นจากพื้นดินทำมุม θ กับแนวระดับ ด้วยขนาดความเร็วต้น u ถ้าต้องการยิงวัตถุ B จากพื้นดินเพื่อให้ตกไกลเท่ากับวัตถุ A ต้องมีมุมยิงทำมุมเท่าใดกับแนวระดับและขนาดความเร็วต้นเท่าใด (ความเข้าใจ)
 - 2θ และ u
 - 2θ และ $\frac{u}{2}$
 - θ และ $2u$
 - $90^\circ - \theta$ และ u
- ลูกเหล็ก A ถูกขว้างออกไปในแนวระดับ ลูกเหล็ก B ถูกปล่อยลงในแนวตั้งพร้อมกันจากระดับความสูงเดียวกัน ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับลูกเหล็กทั้งสอง (การวิเคราะห์)
 - ขณะกระทบพื้นมีอัตราเร็วเท่ากัน
 - ความเร็วในแนวตั้งเท่ากันตลอดเวลา
 - ตกถึงพื้นพร้อมกัน
 - เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่ากัน

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

ข้อที่	เฉลย
1	ก
2	ข
3	ง
4	ง
5	ก
6	ค
7	ง
8	ง
9	ง
10	ค

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ข้อสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน จำนวน 10 ข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ใช้เวลาในการทดสอบ 10 นาที

- ขว้างวัตถุด้วยความเร็วต้น 25 m/s ทำมุม 53 องศาับแนวราบ วัตถุจะขึ้นไปได้สูงเท่าใด
 - 10 เมตร
 - 20 เมตร
 - 30 เมตร
 - 40 เมตร
- ในการปาก้อนหินด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง ปาในลักษณะใดก้อนหินจะไปได้ไกลที่สุด
 - ปาทำมุม 30 องศา
 - ปาทำมุม 45 องศา
 - ปาทำมุม 60 องศา
 - ปาทำมุม 90 องศา
- น้องเบนขว้างวัตถุให้เคลื่อนที่ออกไปในแนวระดับจากระเบียงตึก ทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ก่อนตกลงสู่พื้น ถ้าน้องเบนขว้างวัตถุอีกครั้ง ให้ตกห่างจากเดิมควรขว้างทำมุมเท่าใด
 - 30 องศา
 - 45 องศา
 - 60 องศา
 - 75 องศา
- นักรักบี้เตะลูกบอลขึ้นด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ทำมุม 60° กับแนวระดับ เขาจะต้องวิ่งด้วยความเร็วอย่างน้อยที่สุดเท่าใดจึงจะไปรับลูกบอลที่เตะออกไปเองได้พอดีก่อนตกถึงพื้นดิน
 - 10 เมตรต่อวินาที
 - 15 เมตรต่อวินาที
 - 20 เมตรต่อวินาที
 - 25 เมตรต่อวินาที
- ในการตีลูกกอล์ฟด้วยแรงเท่ากัน 3 ครั้ง ทำมุม 30° , 45° และ 60° ตามลำดับ กับพื้นราบข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
 - ลูกกอล์ฟทำ 45° ตกไกลที่สุด
 - ลูกกอล์ฟทั้งสามลูกตกถึงพื้นด้วยอัตราเร็วเท่ากัน
 - ลูกกอล์ฟทำ 30° และ 60° ตกไกลเท่ากัน
 - ลูกกอล์ฟทั้งสามลูกใช้เวลาเคลื่อนที่ในอากาศเท่ากัน

6. การยิงวัตถุให้เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จากพื้นราบ ด้วยอัตราเร็วและมุมเริ่มต้นเท่ากัน ข้อใดถูกต้อง

- ก. วัตถุที่มีมวลมาก จะเคลื่อนที่ได้ระยะทางน้อยที่สุด
- ข. วัตถุที่มีมวลน้อย จะเคลื่อนที่ได้ระยะทางน้อยที่สุด
- ค. วัตถุที่มีความหนาแน่นน้อย จะเคลื่อนที่ได้ระยะทางมากที่สุด
- ง. วัตถุที่มีมวลเท่าใดก็ตาม จะเคลื่อนที่ได้ระยะทางที่เท่ากัน

7. ชีปนาวุธถูกยิงจากพื้นดินด้วยความเร็ว 60 เมตร/วินาที ในทิศทางมุม 30 องศา กับแนวระดับ กระสุนจะลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลานานเท่าใดจึงจะตกถึงพื้นดิน และเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุดเป็นระยะเท่าใดจากพื้นระดับ

- ก. 4 วินาที, 40 เมตร
- ข. 6 วินาที, 45 เมตร
- ค. 8 วินาที, 60 เมตร
- ง. 10 วินาที, 100 เมตร

8. ชายคนหนึ่งขว้างลูกบอลขึ้นไปจากพื้นดิน โดยทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ ลูกบอลลอยอยู่ในอากาศนาน 3 วินาที จึงตกถึงพื้นดิน จงหาลูกบอลขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด

- ก. 4.00 เมตร
- ข. 6.25 เมตร
- ค. 8.50 เมตร
- ง. 11.25 เมตร

9. กบตัวหนึ่งกระโดด 40 ครั้ง จึงสามารถข้ามสนามฟุตบอลซึ่งกว้าง 32 เมตรได้เมื่อกระโดดทำมุม 45 องศา กับแนวราบจงหาว่า กบตัวนี้จะใช้เวลากี่วินาทีในการข้ามสนามฟุตบอลนี้

- ก. 10 s
- ข. 16 s
- ค. 20 s
- ง. 24 s

10. ถ้าโพรเจกไทล์มีการกระจัดสูงสุดในแนวตั้ง 10 เมตร และการกระจัดที่ไปได้ไกลสุดในแนวระดับเท่ากับ 30 เมตร โพรเจกไทล์นี้จะต้องถูกยิงออกไปในแนวที่ทำ มุมกี่องศา กับแนวระดับ

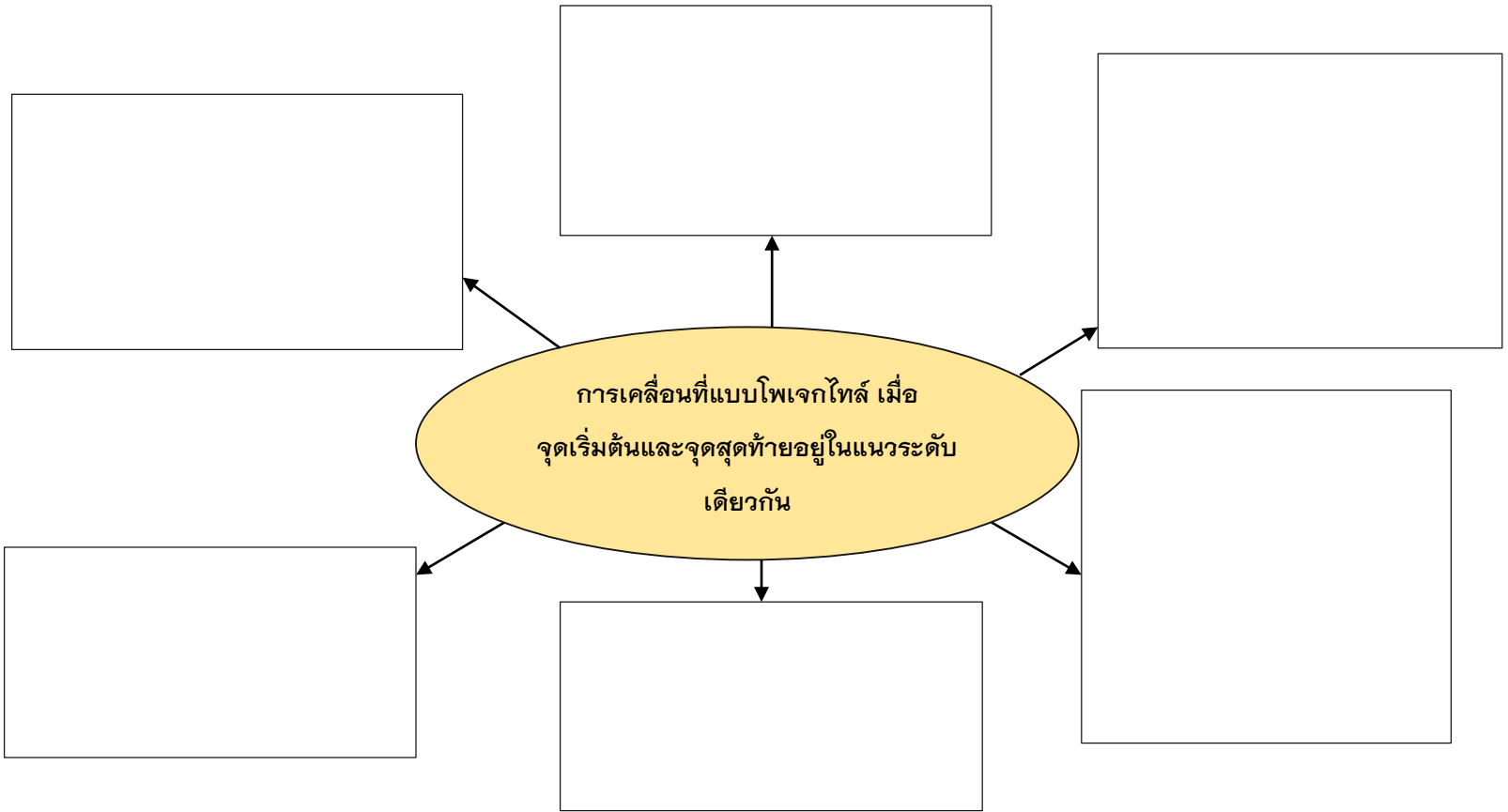
- ก. 37°
- ข. 45°
- ค. 53°
- ง. 60°

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

ข้อที่	เฉลย
1	ข
2	ค
3	ค
4	ก
5	ง
6	ง
7	ข
8	ง
9	ข
10	ค

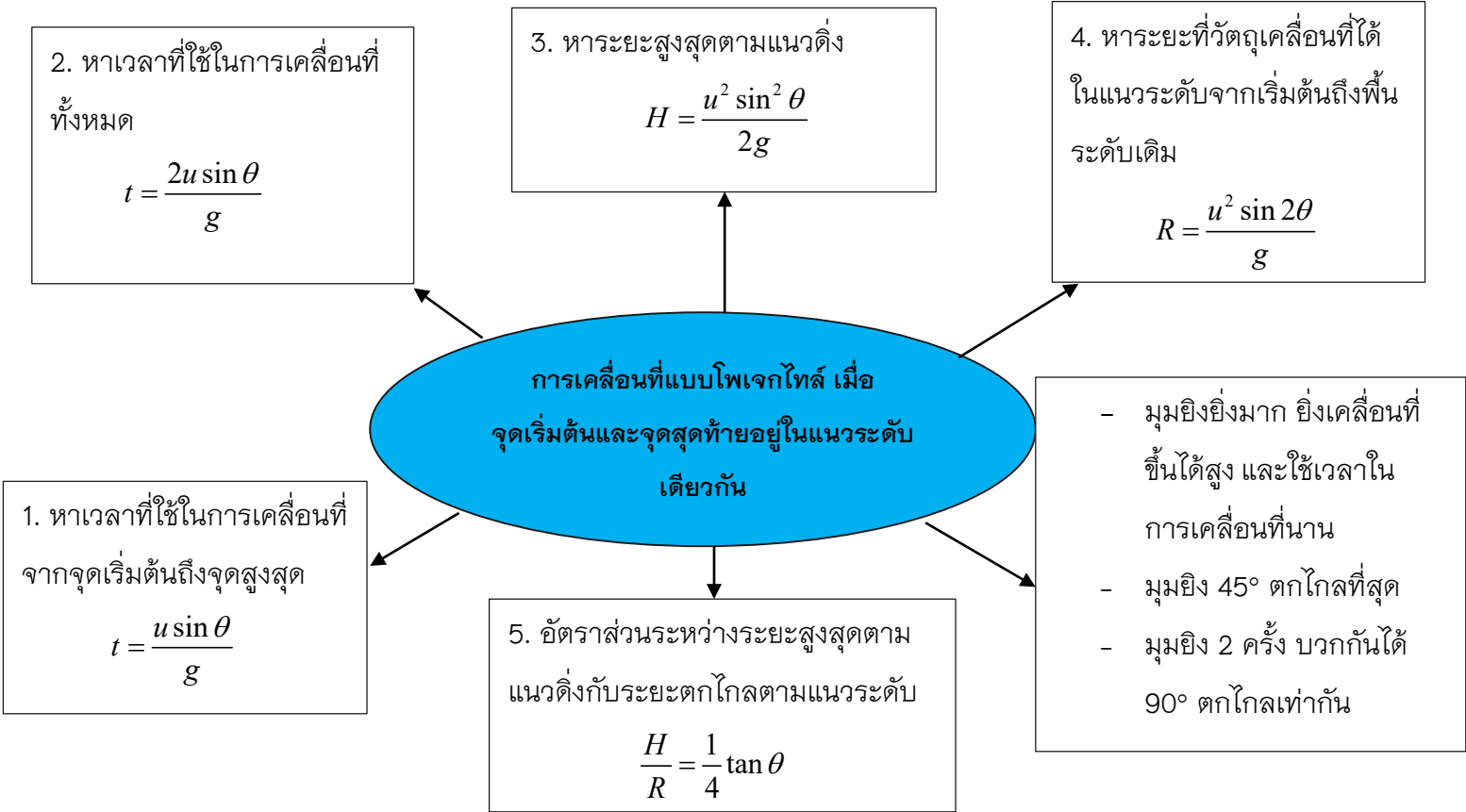
ใบกิจกรรม
ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

คำชี้แจง ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน



แนวเฉลยใบกิจกรรม
ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

คำชี้แจง ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายอยู่ในแนวระดับเดียวกัน



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (เทคนิค STAD ร่วมกับผังกราฟิก)

รายวิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง

จำนวน 18 ชั่วโมง

แผนหน่วยย่อยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม จำนวน 3 ชั่วโมง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวโค้ง แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากลแรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. อธิบายความหมาย และลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้
2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีวงกลมอัตราเร็วของการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้
3. ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การจำแนกประเภท
2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และระหว่างสเปสกับเวลา
3. การคำนวณ
4. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล
5. ทักษะการพยากรณ์
6. การทดลอง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน
3. มีจิตสาธารณะ

ด้านสมรรถนะที่สำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้

- ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
- คาบ และความถี่ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม
- ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม ได้แก่ แรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงเส้นและอัตราเร็วเชิงมุม

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมโดยมีแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมมีทิศเข้าหาศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ เรียกแรงนี้ว่าแรงสู่ศูนย์กลาง แรงนี้ทำให้ความเร็วของการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทิศความเร็วอยู่ในแนวเส้นสัมผัสวงกลม จึงทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลาง ตัวอย่างวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม เช่น การเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถ การเหวี่ยงมวลที่ผูกกับเชือกให้เป็นวงกลม การโคจรของดาวเทียมสื่อสาร รถไต่ถัง เป็นต้น

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STAD ร่วมกับผังกราฟิก

1. ชี้นำเสนอเนื้อหา (50 นาที)

1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม 10 ข้อ

1.2 ครูนำเม็ดกลมพลาสติกใส่ในลูกโป่งแล้วเป่าให้ลูกโป่งพองออก จากนั้นออกแรงเหวี่ยงลูกโป่ง ให้นักเรียนสังเกตแนวการเคลื่อนที่ของเม็ดกลมพลาสติกและตอบคำถาม

- เมื่อออกแรงเหวี่ยงลูกโป่ง เม็ดกลมพลาสติกจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
(แนวคำตอบ มีการเคลื่อนที่ตามผนังของลูกโป่ง)
- เม็ดกลมพลาสติกที่อยู่ด้านในมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร
(แนวคำตอบ มีแนวการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลม)
- ความเร็วในการเหวี่ยงลูกโป่ง มีผลต่อการเคลื่อนที่ของเม็ดกลมพลาสติก

ในลูกโป่งหรือไม่อย่างไร

(แนวคำตอบ มีผล คือความเร็วในการเหวี่ยงลูกโป่งที่เหมาะสมจะทำให้เม็ดกลมพลาสติกมีแนวการเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ หากความเร็วที่เหวี่ยงน้อยกว่านี้เม็ดกลมพลาสติกก็ไม่สามารถเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้)

1.3 ครูอธิบายถึงลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลมว่าเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมหรือเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของวงกลม เช่น การเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไซด์ไต่ถัง รถไฟเหาะตีลังกา การโคจรของดาวเทียมรอบโลก หรือกีฬาขว้างค้อน เป็นต้น เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลม จะพบว่าทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุจะไปทางเดียวกับความเร็ว ซึ่งอยู่ในแนวเส้นสัมผัสเส้นโค้ง ณ ตำแหน่งนั้น พร้อมอธิบายเพิ่มเติมขณะเม็ดกลมพลาสติกเคลื่อนที่มีแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก มีทิศพุ่งเข้าจุดศูนย์กลางของลูกโป่งน้ำหนักของลูกโป่ง มีทิศลงล่าง และการที่เม็ดกลมพลาสติกจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ขึ้นอยู่กับความเร็วในการเหวี่ยงลูกโป่งนั่นเอง และให้ความรู้เรื่อง คาบ และความถี่ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม และปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม พร้อมนำเสนอวิธีการคำนวณหาแรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงเส้น และอัตราเร็วเชิงมุม

1.4 เมื่ออธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลมเสร็จ ครูอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่ โดยครูจะมีอุปกรณ์ให้นักเรียนทำและบันทึกผลลงในแบบบันทึกกิจกรรม

1.5 ขณะที่ครูอธิบายนักเรียนมีหน้าที่รับฟังบรรยายพร้อมจดบันทึกต่าง ๆ และคอยซักถามเมื่อเกิดความสงสัย

2. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อยร่วมกับผังกราฟิก (60 นาที)

2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละความสามารถ กลุ่มละ 4-5 คน โดยในกลุ่มจะมีนักเรียนที่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้กลุ่มเดิมจากคาบที่แล้ว

2.2 เมื่อแบ่งกลุ่มเสร็จครูชี้แจงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในกลุ่มและมอบหมายงาน

2.3 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับใบความรู้ เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม ศึกษาร่วมกันภายในกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ให้ทุกคนในกลุ่มร่วมกันสรุปเนื้อหา แล้วแต่ละกลุ่มช่วยกันทำแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่

2.4 ขณะที่ผู้เรียนร่วมกันทำงานกลุ่มสามารถสอบถามและขอคำปรึกษาจากครูผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจ

2.5 ให้ผู้เรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรม ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

3. ขั้นทดสอบย่อย (40 นาที)

3.1 หลังจากทำกิจกรรมกลุ่มเสร็จ ครูเตรียมแบบทดสอบย่อย เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม จำนวน 10 ข้อ เพื่อทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล

3.2 นักเรียนทำแบบทดสอบของตน เพื่อให้ได้คะแนนดีที่สุดภายในเวลาที่ครูกำหนด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- นักเรียนแต่ละคนรับแบบทดสอบและทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล ภายในเวลาที่ครูกำหนด

- ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบเรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

- นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่มและหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

4. ขั้นสรุปบทเรียนและยกย่องกลุ่ม (30 นาที)

4.1 ครูนำคะแนนในการทดสอบย่อยครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นผลการสอบของนักเรียนในครั้งที่แล้วที่สอบได้คะแนนต่ำสุดว่านักเรียน มีพัฒนาการขึ้นหรือไม่ และทำการรวมคะแนนกลุ่มของนักเรียน

4.2 นักเรียนนำผลการทดสอบเทียบกับคะแนนสอบของตัวเองในครั้งก่อน และทำการรวมคะแนนกลุ่มของนักเรียน

4.3 ครูทำการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลมพร้อมคำถามนักเรียนเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ โดยถามนักเรียนว่านักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องนี้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร (การเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถ การเหวี่ยงมวลที่ผูกกับเชือกให้เป็นวงกลม การโคจรของดาวเทียมสื่อสาร รถไต่ถัง) และเมื่อนักเรียนมีข้อบกพร่องในการตอบคำถามครูอธิบายให้ความรู้จนกว่านักเรียนจะเข้าใจ หลังจากนั้นดูคะแนนของแต่ละกลุ่มที่รวมแล้ว กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุด จะได้รับคำชมเชยและรับของรางวัล นักเรียนตัวแทนกลุ่มรับมอบของรางวัลจากครู

สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่
3. ใบกิจกรรม ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
	ตรวจใบกิจกรรม ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	ใบกิจกรรม ผังกราฟิกจากการเรียน เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านทักษะ กระบวนการ	ตรวจแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่ แบบวงกลม	แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่ แบบวงกลม	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้น ไป
ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ และสมรรถนะ	การสังเกตคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และสมรรถนะ	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะ	ผ่านเกณฑ์ ระดับ ดี ขึ้นไป

บันทึกหลังสอน

1. ผลการจัดการเรียนการสอน

จุดประสงค์	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	จำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ
ด้านความรู้			
ด้านทักษะ กระบวนการ			
ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ และสมรรถนะ			

2. ปัญหาการจัดการเรียนรู้

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

3. วิธีการแก้ปัญหา/ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก
(นายภาณุพงศ์ พาดิ)
...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

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

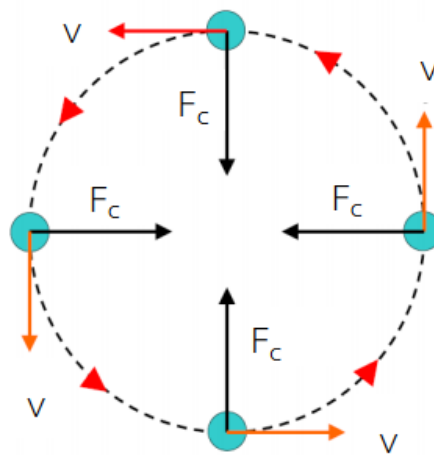
ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้อำนวยการสถานศึกษา

ใบความรู้

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

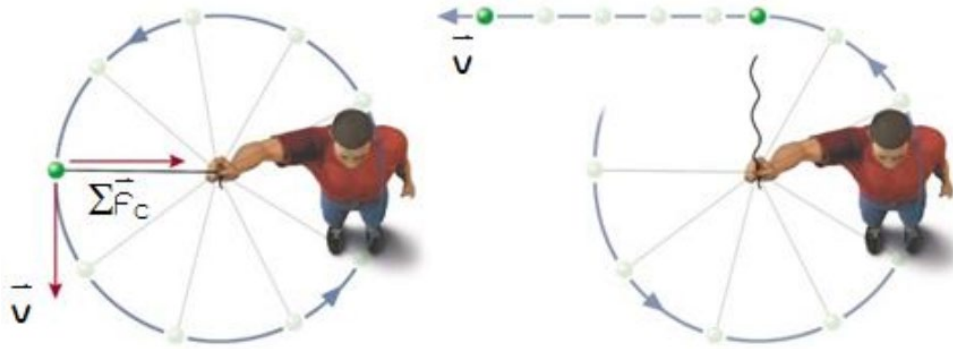
การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular Motion) คือการเคลื่อนที่ที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมอันเนื่องมาจากแรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่เรียกแรงนี้ว่า แรงสู่ศูนย์กลาง (centripital force , \vec{F}_c) แรงนี้ทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนทิศตลอดเวลาแม้มีขนาดคงเดิม โดยที่ความเร็วมีทิศตามเส้นสัมผัสเส้นโค้ง เมื่อความเร็วของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว แสดงว่าวัตถุมีความเร่ง ซึ่งความเร่งของการเคลื่อนที่แบบวงกลมนี้ เรียกว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง (centripital acceleration , \vec{a}_c)



ภาพประกอบ 1 แสดงทิศของความเร็วและแรงสู่ศูนย์กลาง

ที่มา : http://www.satreephuket.ac.th/teacher_media/kru_nisa/no6.pdf

เมื่อเราใช้เชือกผูกวัตถุก้อนหนึ่งแล้วจับปลายเชือกให้วัตถุแกว่งไปรอบ ๆ เราจะรู้สึกว่ามีเชือกดึงมือเรา แต่ถ้าเราปล่อยเชือกหรือเชือกขาด วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ออกจากตัวเราและไม่เคลื่อนที่เป็นวงกลมอีกต่อไป



ภาพประกอบ 2 เปรียบเทียบทิศทางของความเร็วเมื่อมีและไม่มีแรงสู่ศูนย์กลาง
ที่มา : http://www.satreephuket.ac.th/teacher_media/kru_nisa/no6.pdf

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ที่กล่าวว่า วัตถุจะเปลี่ยนไปจากสภาพเดิม
เมื่อมีแรงที่ไม่เท่ากับศูนย์มากกระทำ แสดงว่าแรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง
แบบวงกลม จะต้องเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดังนั้นสมการของแรงสู่ศูนย์กลางจะได้ว่า

$$\text{จาก } \sum \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\text{จะได้ว่า } \sum \vec{F}_c = m \vec{a}_c$$

โดยแรงสู่ศูนย์กลางนี้ขึ้นกับมวลของวัตถุ (m) ความเร็วในการเคลื่อนที่ (v) และรัศมี
การเคลื่อนที่ (R) ดังความสัมพันธ์

$$\text{แรงสู่ศูนย์กลาง} = \frac{\text{มวลของวัตถุ} \times \text{ความเร็วในการเคลื่อนที่}^2}{\text{รัศมีการเคลื่อนที่}}$$

$$\vec{F}_c = m \vec{a}_c$$

$$\vec{F}_c = \frac{m v^2}{R}$$

$$m \vec{F}_c = \frac{m v^2}{R}$$

ดังนั้น $\vec{F}_c = \frac{m v^2}{R}$

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

1. ความถี่ (Frequency : f) คือจำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

2. คาบ (Period : T) คือเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ มีหน่วย วินาที (\square) ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับคาบของการเคลื่อนที่ คือ

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{หรือ} \quad f = \frac{1}{T}$$

3. อัตราเร็วเชิงเส้น (velocity : \square) เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1 รอบ ซึ่งเท่ากับ ความยาวของเส้นรอบวง จะใช้เวลาเท่ากับ 1 คาบ

ดังนั้น เราสามารถหาอัตราเร็วได้จาก $\square = \frac{\square}{\square}$

ครบ 1 รอบ $\square = 2\square\square, \square = \square$ (คาบ)

ดังนั้น $\square = \frac{2\square\square}{\square}$

หรือ $\square = 2\square\square$

4. อัตราเร็วเชิงมุม (Angular speed)

อัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม ที่กล่าวมาแล้วนั้นคือ ความยาวของส่วนโค้งที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที ซึ่งเราอาจเรียกว่า **อัตราเร็วเชิงเส้น** (\square)

แต่ในที่นี่ยังมีอัตราเร็วอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการบอกอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุม

นิยาม

อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คือ มุมที่รัศมีกวาดไปได้ในเวลาหนึ่งหน่วย มีหน่วยเป็น เรเดียน/วินาที

และจากนิยามอัตราเร็วเชิงมุม จะได้ว่า

$$(\omega) = \frac{\theta}{t}$$

5. ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ($\square\square$)

วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลม ด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยมีแรงกระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไปตลอดเวลา โดยมีความเร่งตามกฎข้อสองของนิวตัน ถ้าพิจารณาวัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B ในช่วงเวลาสั้น ๆ ($\square\square$)

เมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลงเนื่องจากทิศทางการเคลื่อนที่แบบวงกลมเปลี่ยนจะมีความเร่งเกิดขึ้น โดยความเร่งจะมีทิศพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของวงกลม เรียกว่า **ความเร่งสู่ศูนย์กลาง**

เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ (v) ความเร็วขณะใดขณะหนึ่งจึงมีขนาดเท่ากัน ที่ $V_A = V_B = v$ ถ้าวัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B ใช้เวลา (Δt) สั้นๆ A และ B จะอยู่ใกล้กันมาก อาจถือได้ว่า ความยาวเส้นตรง AB มีค่าเท่ากับความยาวของส่วนโค้ง AB ซึ่งมีค่า $v\Delta t$ (จาก $s = v \times t$ จึงเขียนได้ว่า)

$$\frac{v\Delta t}{\Delta v} = \frac{r}{v}$$

$$\frac{\Delta t}{\Delta v} = \frac{r}{v^2}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

และ a มีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง

กำหนดให้ $a_c =$ ความเร่งสู่ศูนย์กลาง หน่วย 2 m/s^2

$v =$ อัตราเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม หน่วย 2 m/s

$r =$ รัศมีของวงกลม หน่วย m

6. แรงสู่ศูนย์กลาง

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน และการเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุกับความเร่งของวัตถุจะมีทิศทางเดียวกัน คือทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง ซึ่งเขียนเป็นสมการ

$$\sum F = ma$$

ได้ว่า

$$F_c = ma_c$$

หรือ

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่

กิจกรรม

ทดลองลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุในแนวระนาบเมื่อรัศมีคงตัว
2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุในแนวระนาบระดับเมื่อแรงสู่ศูนย์กลางคงตัว

อุปกรณ์

1. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม 1 ชุด
2. นี้อต 6 ตัว
3. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
4. ลวดหนึบกระดาษ 1 ตัว
5. กระดาษกราฟ 2 แผ่น

ปัญหา คาบของการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก และรัศมีการเคลื่อนที่ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

สมมติฐาน เมื่อรัศมีคงตัว ส่วนกลับของคาบยกกำลังสองจะแปรผันตามขนาดของแรงที่ใช้ดึงจุกยางและเมื่อขนาดของแรงที่ใช้ดึงจุกยางคงตัว คาบยกกำลังสองจะแปรผันตรงกับรัศมีการเคลื่อนที่

คำชี้แจง

ตอนที่ 1

1. นำจุกยางผูกด้วยเชือกให้แน่นใส่ผ่านท่อพีวีซีวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของจุกยางตาม แนวเส้นเชือกถึงปลายบนท่อพีวีซียาวประมาณ 60 เซนติเมตร ใช้ลวดหนึบกระดาษหนึบเส้นเชือก ห่างจากปลายล่างท่อพีวีซีประมาณ 1–2 เซนติเมตร ใช้นี้อต 2 ตัวแขวนที่ขอก็วยโลหะ (นี้อตควรมี น้ำหนักเท่ากันกำหนดให้นี้อต 1 ตัว แทนแรงขนาด 1F)

2. จับท่อพีวีซีแกว่งจุกยางให้เคลื่อนที่เป็นวงเหนือศีรษะในแนวระดับ (ทั้งนี้ให้ลวดที่หนีบเส้นเชือกอยู่ห่างจากปลายล่างของท่อพีวีซี 1 เซนติเมตรคงตัวตลอดเวลา) พร้อมทั้งจับเวลาการเคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ นำเวลาที่ได้มาคำนวณหาค่า T ของการเคลื่อนที่ของจุกยาง แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

3. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 โดยเพิ่มจำนวนน๊อตเป็น 3, 4, 5 และ 6 ตัวนำค่า T ที่ได้จากข้อ 2 มาคำนวณหาค่า T^2 และ $\frac{1}{T^2}$ แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก (F) กับกำลังสอง ของส่วนกลับของคาบของการแกว่ง $\frac{1}{T^2}$

ตอนที่ 2

1. จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับตอนที่ 1 ข้อที่ 1 โดยวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของจุกยางตามแนวเส้นเชือกถึงปลายบนท่อพีวีซียาว 50, 60, 70 และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ ใช้ลวดหนีบกระดาษหนีบเส้นเชือกห่างจากปลายล่างของท่อพีวีซีประมาณ 1 เซนติเมตร ใช้น๊อต 4 ตัวแขวนที่ขอเกี่ยวโลหะ

2. ปฏิบัติเช่นเดียวกับตอนที่ 1 ข้อที่ 1 และ 2 โดยเริ่มตั้งแต่รัศมีการเคลื่อนที่ 50, 60, 70 และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ พร้อมทั้งจับเวลาการเคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ

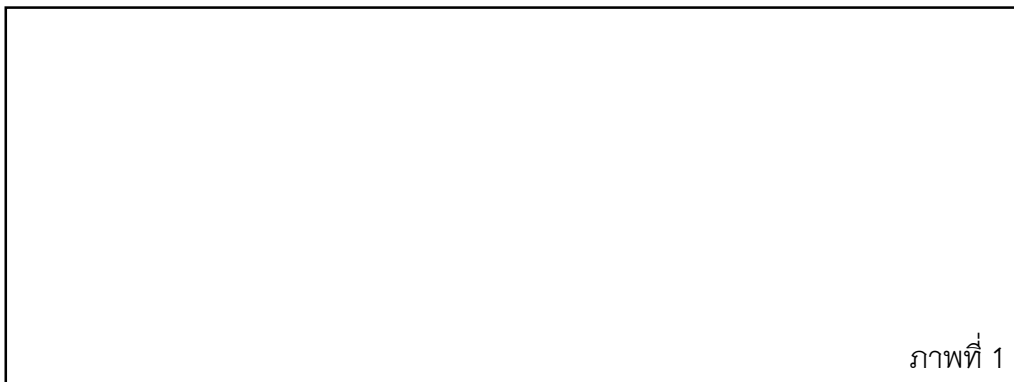
3. นำเวลาที่ได้จากการเคลื่อนที่ครบ 30 รอบ คำนวณหาค่า T และ T^2 แต่ละครั้ง แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี (r) กับคาบเวลากำลังสอง (T^2)

อภิปรายผลท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก (F) กับกำลังสองของส่วนกลับของคาบของการแกว่ง $\frac{1}{T^2}$

จากการทำกิจกรรมสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงเชือกและส่วนกลับของคาบยกกำลังสองและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีการเคลื่อนที่และคาบยกกำลังสองได้ดังภาพ



จากภาพที่ 1 พบว่า

.....

ตารางบันทึกกิจกรรม

จำนวน นี้อต	แรงดึงในเส้น เชือก F(N)	ช่วงเวลาการ เคลื่อนที่ 30 รอบ (s)	คาบ T (s)	คาบยกกำลัง สอง $T^2(s^2)$	ส่วนกลับของ คาบยกกำลังสอง $\frac{1}{T^2}(s^{-2})$

ตอนที่ 2 สัมพันธ์ระหว่างรัศมี (r) กับคาบเวลากำลังสอง (T^2)



จากภาพที่ 2 พบว่า

.....

ตารางบันทึกกิจกรรม

รัศมี r (m)	ช่วงเวลาการเคลื่อนที่ 30 รอบ (s)	คาบ T (s)	คาบยกกำลังสอง T^2 (s ²)

คำถาม

1. ถ้าเหวี่ยงจุกยางให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว จะมีความเร่งในแนวระดับเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ขณะที่จุกยางเคลื่อนที่แบบวงกลม ถ้าเชือกที่ผูกจุกยางขาด จุกยางจะเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

3. เมื่อขนาดแรงดึงในเชือกเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุกยางเป็นอย่างไร

.....

.....

4. เมื่อรัศมีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุกยางเป็นอย่างไร

.....

.....

เฉลยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่

กิจกรรม

ทดลองลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุในแนวระนาบเมื่อรัศมีคงตัว
2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบ และรัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุในแนวระนาบระดับเมื่อแรงสู่ศูนย์กลางคงตัว

อุปกรณ์

1. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม 1 ชุด
2. นี้อต 6 ตัว
3. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
4. ลวดหนึบกระดาศ 1 ตัว

ปัญหา คาบของการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก และรัศมีการเคลื่อนที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

สมมติฐาน เมื่อรัศมีคงตัว ส่วนกลับของคาบยกกำลังสองจะแปรผันตามขนาดของแรงที่ใช้ดึงจุกยางและเมื่อขนาดของแรงที่ใช้ดึงจุกยางคงตัว คาบยกกำลังสองจะแปรผันตรงกับรัศมีการเคลื่อนที่

คำชี้แจง**ตอนที่ 1**

1. นำจุกยางผูกด้วยเชือกให้แน่นใส่ผ่านท่อพีวีซีวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของจุกยางตามแนวเส้นเชือกถึงปลายบนท่อพีวีซียาวประมาณ 60 เซนติเมตร ใช้ลวดหนึบกระดาศหนึบเส้นเชือก ห่างจากปลายล่างท่อพีวีซีประมาณ 1-2 เซนติเมตร ใช้นี้อต 2 ตัวแขวนที่ขอกึ่งเยวโลหะ (นี้อตควรมี น้ำหนักเท่ากันกำหนดให้นี้อต 1 ตัว แทนแรงขนาด 1F)
2. จับท่อพีวีซีแกว่งจุกยางให้เคลื่อนที่เป็นวงเหนือศีรษะในแนวระดับ (ทั้งนี้ให้ลวดที่หนึบเส้นเชือกอยู่ห่างจากปลายล่างของท่อพีวีซี 1 เซนติเมตรคงตัวตลอดเวลา) พร้อมทั้งจับ

เวลาการ เคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ นำเวลาที่ได้มาคำนวณหาค่า T ของการเคลื่อนที่ของจุกยาง แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

3. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 โดยเพิ่มจำนวนน็อตเป็น 3, 4, 5 และ 6 ตัวนำค่า T ที่ได้จากข้อ 2 มาคำนวณหาค่า T^2 และ $\frac{1}{T^2}$ แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก (F) กับกำลังสอง ของส่วนกลับของคาบของการแกว่ง $\frac{1}{T^2}$

ตอนที่ 2

1. จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับตอนที่ 1 ข้อที่ 1 โดยวัดระยะจากจุดกึ่งกลางของจุกยางตามแนวเส้นเชือกถึงปลายบนท่อพีวีซียาว 50, 60, 70 และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ ใช้ลวดหนีบกระดาษหนีบเส้นเชือกห่างจากปลายล่างของท่อพีวีซีประมาณ 1 เซนติเมตร ใช้น็อต 4 ตัว แหวนที่ขอเกี่ยวโลหะ

2. ปฏิบัติเช่นเดียวกับตอนที่ 1 ข้อที่ 1 และ 2 โดยเริ่มตั้งแต่รัศมีการเคลื่อนที่ 50, 60, 70 และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ พร้อมทั้งจับเวลาการเคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ

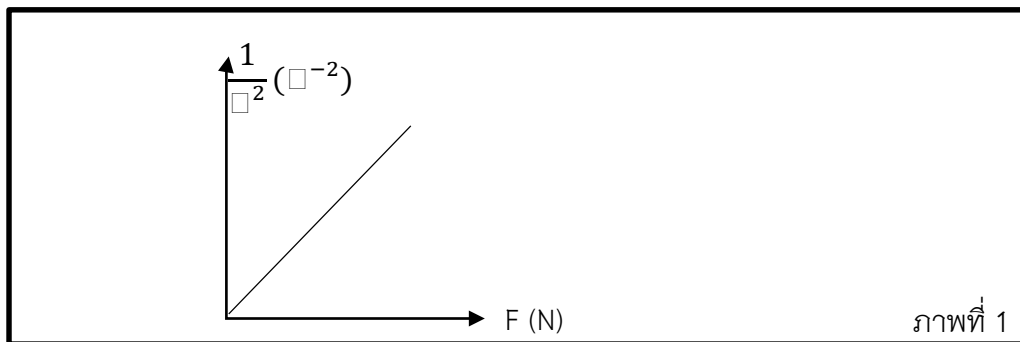
3. นำเวลาที่ได้จากการเคลื่อนที่ครบ 30 รอบ คำนวณหาค่า T และ T^2 แต่ละครั้ง แล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผล

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี (r) กับคาบเวลากำลังสอง (T^2)

อภิปรายผลท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก (F) กับกำลังสองของส่วนกลับของคาบของการแกว่ง $\frac{1}{T^2}$

จากการทำกิจกรรมสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงเชือกและส่วนกลับของคาบยกกำลังสองและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีการเคลื่อนที่และคาบยกกำลังสองได้ดังภาพ



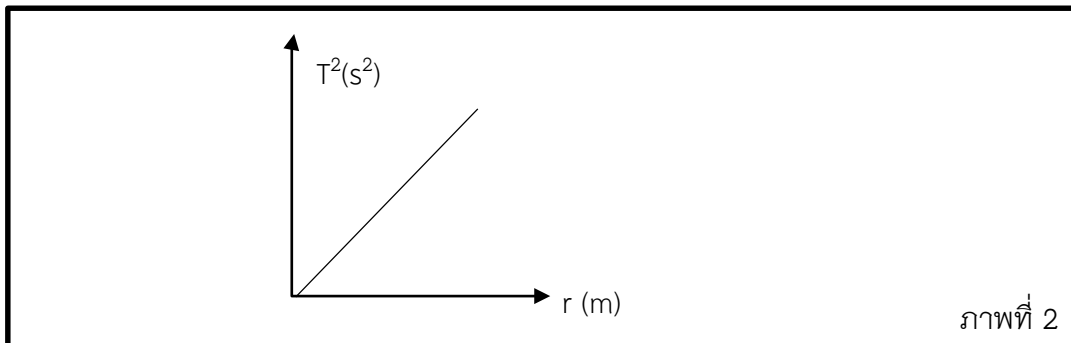
จากภาพที่ 1 พบว่าเมื่อรัศมีคงตัว ส่วนกลับของคาบยกกำลังสองจะแปรผันตามขนาดของแรงที่ใช้ดึงจุกยาง

ตารางบันทึกกิจกรรม

จำนวน น๊อต	แรงดึง ในเส้น เชือก F(N)	ช่วงเวลา การเคลื่อนที่ 30 รอบ (s)	คาบ T (s)	คาบยกกำลังสอง $T^2(s^2)$	ส่วนกลับของ คาบยกกำลังสอง $\frac{1}{T^2}(s^{-2})$
3	3W	15	0.50	0.25	4.0
4	4W	13	0.43	0.18	5.6
5	5W	12	0.40	0.16	6.3
6	6W	11	0.37	0.14	7.1

* พิจารณาตามผลการปฏิบัติกิจกรรมจริง ข้อมูลที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อน ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน

ตอนที่ 2 สัมพันธ์ระหว่างรัศมี (r) กับคาบเวลากำลังสอง (T^2)



จากภาพที่ 2 พบว่า เมื่อขนาดของแรงที่ใช้ดึงจุดยางคงตัว คาบยกกำลังสองจะแปรผันตรงกับรัศมีการเคลื่อนที่

ตารางบันทึกกิจกรรม

รัศมี r (m)	ช่วงเวลาการเคลื่อนที่ 30 รอบ (s)	คาบ T (s)	คาบยกกำลังสอง T^2 (s ²)
0.50	11	0.37	0.14
0.60	13	0.43	0.18
0.70	15	0.50	0.25
0.80	17	0.57	0.32

* พิจารณาตามผลการปฏิบัติกิจกรรมจริง ข้อมูลที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อน ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน

คำถาม

1. ถ้าเหวี่ยงจุกยางให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว จะมีความเร่งในแนวระดับเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ เนื่องจากแรงดึงเชือกกระทำต่อจุกยางในแนวระดับมีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลาง แรงสู่ศูนย์กลางนี้ทำให้จุกยางมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางของความเร็วของจุกยางอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ การเปลี่ยนทิศทางโดยไม่มีการเปลี่ยนขนาด ถือว่าความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่ามีความเร่งเกิดขึ้นตลอดเวลาและมีทิศทางเข้าสู่จุดศูนย์กลางตามทิศของแรงลัพธ์ในแนวระดับ ซึ่งมีทิศสู่ศูนย์กลาง

2. ขณะที่จุกยางเคลื่อนที่แบบวงกลม ถ้าเชือกที่ผูกจุกยางขาด จุกยางจะเคลื่อนที่อย่างไร

แนวคำตอบ จุกยางจะเคลื่อนที่ในแนวตรงตามแนวเส้นสัมผัสวงกลม

3. เมื่อขนาดแรงดึงในเชือกเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุกยางเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุกยางลดลง

4. เมื่อรัศมีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุกยางเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุกยางเพิ่มขึ้น

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

- คำชี้แจง :** 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมทั้งสิ้น 10 คะแนน
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และทำเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบ

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

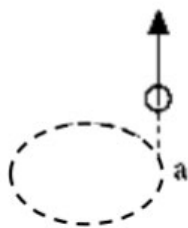
- 1) วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมนั้น ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
- 2) วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม มีแรงสู่ศูนย์กลางเกิดขึ้นเสมอ
- 3) วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม มีความเร่งสู่ศูนย์กลางเกิดขึ้นเสมอ

ข้อที่ถูกต้องคือ (ทักษะการจำแนกประเภท)

- | | |
|-------------------|---------------------|
| ก. ข้อ 1 และข้อ 2 | ข. ข้อ 1 และข้อ 3 |
| ค. ข้อ 2 และข้อ 3 | ง. ข้อ 1 2 และข้อ 3 |

2. ในการทดลองการเคลื่อนที่แนววงกลมในระนาบระดับ ขณะที่กำลังแกว่งให้จุกยางหมุนอยู่นั้น เชือกที่ผูกกับจุกยางขาดออกจากกัน นักเรียนคิดว่าขณะที่เชือกขาดภาพการเคลื่อนที่ที่สังเกตจากด้านบนจะเป็นตามรูปใด ถ้า a เป็นตำแหน่งของจุกยางขณะที่เชือกขาด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและระหว่างสเปซกับเวลา)

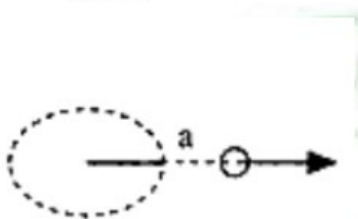
ก.



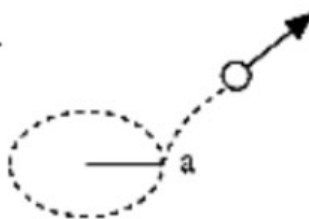
ข.



ค.



ง.



3. วัตถุมวล 0.2 กิโลกรัม เคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 2 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงตัว มีคาบการเคลื่อนที่ 12 วินาที จงหาแรงสู่ศูนย์กลางของวัตถุ (ทักษะการคำนวณ)

- | | |
|---------------|---------------|
| ก. 0.1 นิวตัน | ข. 0.2 นิวตัน |
| ค. 0.3 นิวตัน | ง. 0.4 นิวตัน |

4. ผู้ขับขีรถจักรยานยนต์เลี้ยวโค้งบนถนนราบที่มีรัศมีความโค้ง 40 เมตร คนขับต้องเอียงรถทำมุม 37° อดฉากกับแนวโค้ง ขณะนั้นผู้ขับขี่ขีรถในอัตราเร็วกี่เมตร/วินาที (กำหนดให้ $\tan 37^\circ = \frac{3}{4}$)

ก. 17.32

ข. 40.51

ค. 30.67

ง. 23.29

5. รถยนต์มีมวล 1,200 กิโลกรัม ถ้าวิ่งเลี้ยวโค้งบนถนนซึ่งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะต้องการแรงสู่ศูนย์กลางขนาดเทียบเท่าน้ำหนักของมวลกี่กิโลกรัม

ก. 200

ข. 240

ค. 480

ง. 1,200

6. ดาวเทียมดวงหนึ่งโคจรรอบโลกเป็นวงกลมมีรัศมีวงโคจร 8×10^6 เมตร และที่ความสูงระดับนี้ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าเท่ากับ 8 เมตร/วินาที 2 จงคำนวณหาความเร็วในการโคจรของดาวเทียมดวงนี้

ก. 6,000 เมตร/วินาที

ข. 7,000 เมตร/วินาที

ค. 8,000 เมตร/วินาที

ง. 9,000 เมตร/วินาที

7. รถคันหนึ่งมีมวล 1000 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นรางโค้งตั้งฉากอันมีรัศมี 10 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ 30 เมตร/วินาที ตอนที่รถคันนี้กำลังตั้งฉากอยู่ที่จุดสูงสุดของรางโค้ง แรงปฏิกิริยาที่รางกระทำต่อรถมีค่าเท่าใด

ก. 40,000 นิวตัน

ข. 60,000 นิวตัน

ค. 80,000 นิวตัน

ง. 10,000 นิวตัน

8. ดาวเทียม ถูกส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกเป็นวงกลมรัศมี R พลังงานจลน์ของดาวเทียมดวงนั้นจะมีค่าเท่าใด ถ้า G เป็นค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล m เป็นมวลของดาวเทียม และ M เป็นมวลของโลก

ก. $\frac{GMm}{R}$

ข. $\frac{GMm}{2R}$

ค. $\frac{GMm}{R^2}$

ง. $\frac{GMm}{2R^2}$

9. ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมตามระนาบระดับ ด้วยอัตราเร็วคงตัว ถ้าความเร่งที่เข้าสู่ศูนย์กลางมีค่าเพิ่มขึ้น 2 เท่า และมวลลดลงครึ่งหนึ่ง ค่าของแรงเข้าสู่ศูนย์กลางที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมต่อไปได้ มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์)

ก. มีค่าคงเดิม

ข. เพิ่มขึ้น 2 เท่า

ค. ลดลง 2 เท่า

ง. เพิ่มขึ้น 4 เท่า

10. จากการทดลองเรื่อง แรงสู่ศูนย์กลาง คาบ ความถี่ เมื่อแกว่งลูกยางให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วต่างกัน ขนาดของแรงดึง F ในเส้นเชือกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ก. ต่างกัน โดยเหวี่ยงลูกยางด้วยอัตราเร็วมากขึ้น ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกจะมากขึ้นด้วย
- ข. ต่างกัน โดยเหวี่ยงลูกยางด้วยอัตราเร็วมากขึ้น ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกจะน้อยลงด้วย
- ค. ไม่ต่างกัน เนื่องจากอัตราเร็วในการเหวี่ยงลูกยาง ไม่มีผลต่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก
- ง. ไม่ต่างกัน เนื่องจากขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกขึ้นอยู่กับขนาดของลูกยาง

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ข้อที่	เฉลย
1	ง
2	ก
3	ก
4	ข
5	ค
6	ค
7	ค
8	ข
9	ก
10	ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

- คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมทั้งสิ้น 10 คะแนน
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

- ข้อใดกล่าวผิดในการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุ
 - เวลาครบ 1 รอบ คือคาบ
 - เวลาครบ 1 รอบ คือความถี่
 - ทิศความเร็วคือเส้นสัมผัสเส้นโค้ง
 - เมื่อครบ 1 รอบมุมเป็น 2π เรเดียน
- ข้อใดเป็นจริงสำหรับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว
 - ความเร็วทุกขณะมีขนาดเท่ากันและอยู่ในทิศเดียวกัน
 - ทิศของความเร็วและทิศของแรงสู่ศูนย์กลางตรงข้ามกัน
 - ทิศของความเร็วและทิศของแรงสู่ศูนย์กลางมีทิศเดียวกัน
 - ทิศของความเร็วและทิศของความเร็วเข้าสู่ศูนย์กลางมีทิศตั้งฉากกันตลอดเวลา
- วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบวงกลมรัศมี 1 เมตร โดยเคลื่อนที่ได้ 6 รอบ ในเวลา 3 วินาที จงหาความถี่และคาบของการเคลื่อนที่นี้
 - 0.5 เฮิรตซ์, 2 วินาที
 - 2 เฮิรตซ์, 0.5 วินาที
 - 6 เฮิรตซ์, 3 วินาที
 - 3 เฮิรตซ์, 6 วินาที
- ดาวเทียมดวงหนึ่งโคจรรอบโลกที่ความสูง 600 กิโลเมตร จากผิวโลก และมีอัตราเร็วเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็น 8.2 เมตร/วินาที² จงหาอัตราเร็วเชิงเส้นของดาวเทียม (รัศมีของโลกคือ 6,400 กิโลเมตร)
 - 5.6 กิโลเมตร/วินาที
 - 6.6 กิโลเมตร/วินาที
 - 7.6 กิโลเมตร/วินาที
 - 8.6 กิโลเมตร/วินาที
- ลูกแก้วมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นรางโค้งตั้งฉากซึ่งมีรัศมีความโค้ง 1 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ 4 เมตรต่อวินาที จงหาแรงปฏิกิริยาที่รางโค้งนี้กระทำต่อลูกแก้ว ขณะลูกแก้วอยู่ที่จุดต่ำสุดของรางโค้งนี้
 - 6 นิวตัน
 - 10 นิวตัน
 - 16 นิวตัน
 - 26 นิวตัน
- ผูกเชือกเบาติดกับวัตถุมวล 3 กิโลกรัม แกว่งเชือกให้เป็นวงกลมในแนวตั้งรัศมี 1 เมตร ด้วยความเร็วเชิงเส้น 5 เมตร/วินาที จงหาแรงตึงในเส้นเชือกขณะที่ลูกบอลเคลื่อนที่อยู่ที่

ณ ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางในแนวระดับ

ก. 30 นิวตัน

ข. 45 นิวตัน

ค. 75 นิวตัน

ง. 105 นิวตัน

7. รถจักรยานยนต์เลี้ยวโค้งบนถนนที่มีรัศมีความโค้ง 0.1 กิโลเมตร ด้วยอัตราเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนขับต้องเอียงตัวทำมุมกี่องศากับแนวตั้งจึงจะขับมอเตอร์ไซด์เข้าโค้งได้อย่างปลอดภัย

ก. 10 องศา

ข. 30 องศา

ค. 45 องศา

ง. 60 องศา

8. รถเลี้ยวโค้งบนทางราบด้วยรัศมี 100 เมตร มีอัตราเร็วคงที่ 16 เมตร/วินาที จงหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนนที่น้อยที่สุดที่ทำให้รถไม่ไถลออกนอกเส้นทาง

ก. 0.016

ข. 0.064

ค. 0.256

ง. 0.640

9. ถนนราบโค้งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับถนนของรถคันหนึ่ง มีค่าเท่ากับ 0.4 รถคันนี้จะเลี้ยวโค้งได้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไร จึงจะไม่ไถลหลุดโค้ง

ก. 48 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ข. 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ค. 84 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ง. 96 กิโลเมตร/ชั่วโมง

10. ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ถ้ารัศมีของการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าโดยที่อัตราเร็วเชิงเส้นในการเคลื่อนที่ยังคงเดิม จะต้องใช้ค่าของแรงเข้าสู่ศูนย์กลางเป็นกี่เท่าของค่าแรงเดิม

ก. 2

ข. 2:1

ค. 4:1

ง. มีค่าคงเท่าเดิม

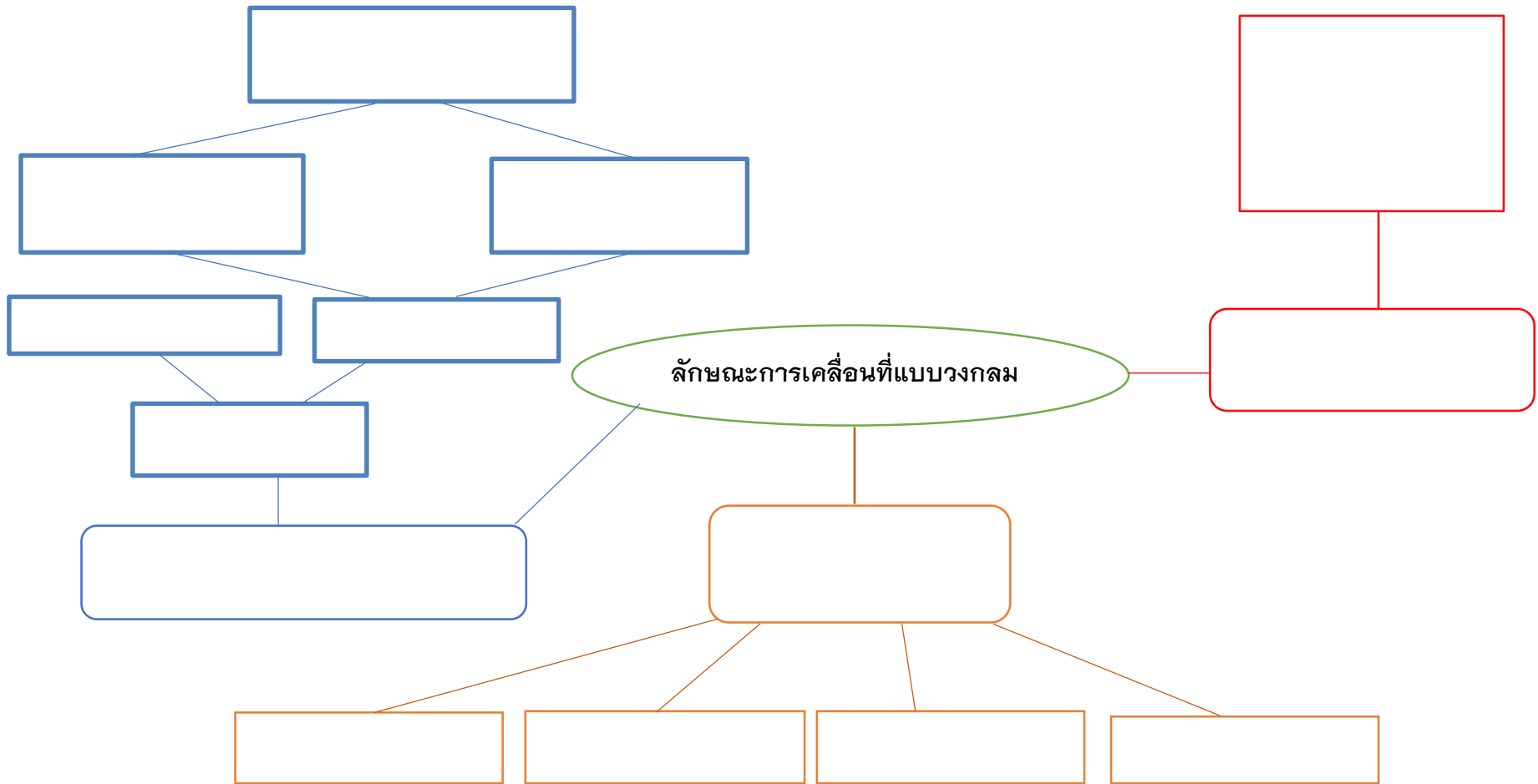
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ข้อที่	เฉลย
1	ข
2	ง
3	ก
4	ง
5	ง
6	ค
7	ค
8	ค
9	ข
10	ก

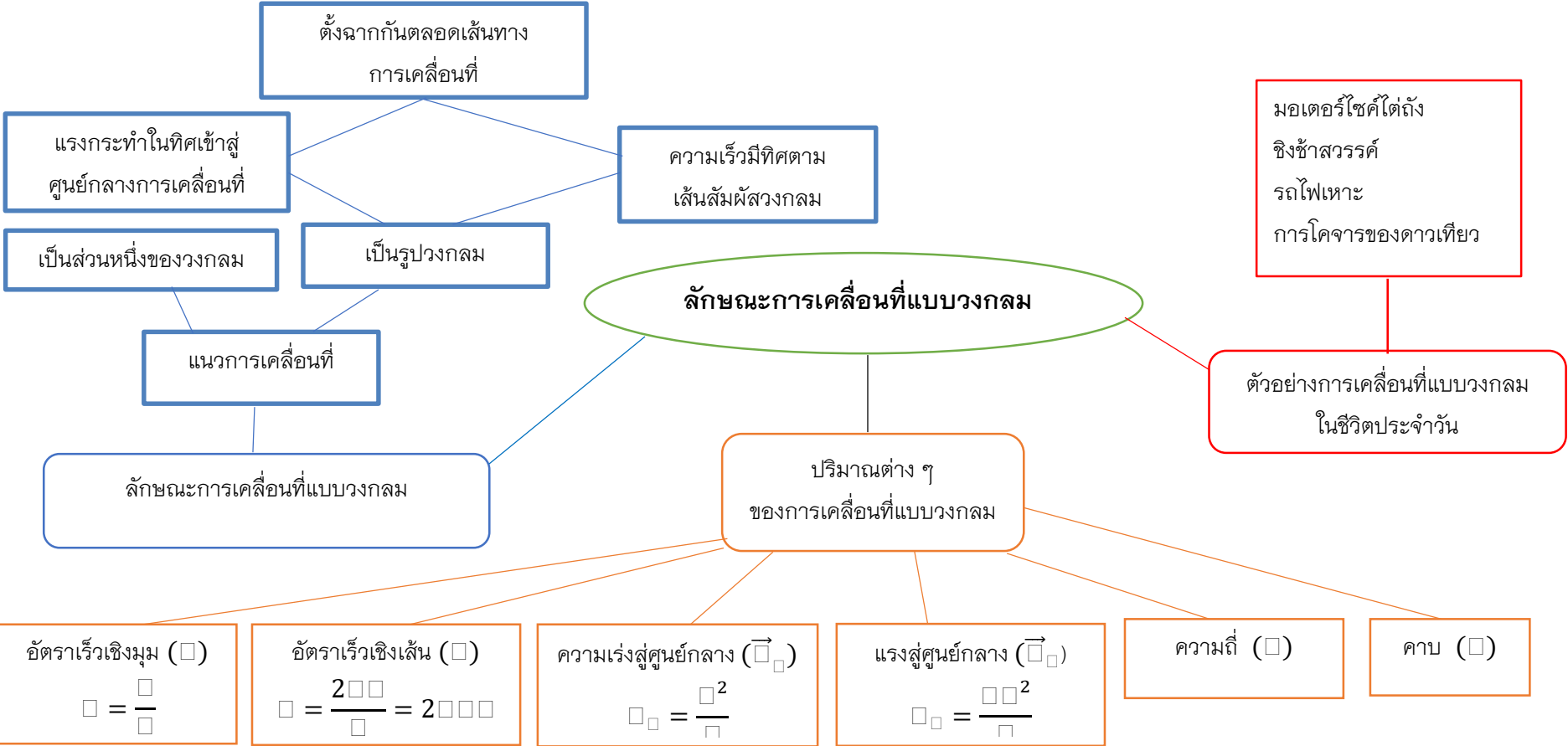
ใบกิจกรรม
ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

คำชี้แจง ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม



แนวเฉลยใบกิจกรรม
ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

คำชี้แจง ผังกราฟิกสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม



แบบบันทึกผลการประเมินผังกราฟิก

วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	สรุปความรู้ได้ถูกต้อง ครบตรงประเด็น				การเชื่อมโยงความรู้ได้ ถูกต้องตามลำดับขั้น ความสัมพันธ์				มีความคิดสร้างสรรค์ใน การเขียนผังกราฟิก				รวม
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(นายภาณุพงศ์ พาดิ)

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
10 -12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
1 - 3	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผังกราฟิก
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. สรุปความรู้ได้ถูกต้อง ครบตรงประเด็น	สามารถสรุปความรู้ได้ครบและตรงประเด็นและถูกต้องทุกหัวข้อ	สามารถสรุปความรู้ได้ครบตรงประเด็นและมีความถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	สรุปความรู้ไม่ครบทุกประเด็น	สรุปความรู้ไม่ถูกต้อง
2. การเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้องตามลำดับชั้นความสัมพันธ์	สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้องตามลำดับความสัมพันธ์	สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ และลำดับความสัมพันธ์ได้ค่อนข้างครบ	สามารถเชื่อมโยงความรู้และลำดับความสัมพันธ์ได้บ้าง	สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ แต่ไม่เป็นไปตามลำดับความสัมพันธ์
3. มีความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนผังกราฟิก	สามารถเขียนผังความคิดได้ในรูปแบบที่ถูกต้องและสวยงาม	สามารถเขียนผังความคิดได้ถูกต้องและมีข้อบกพร่องเพียงเล็กน้อย	สามารถเขียนผังความคิดได้ และมีข้อบกพร่องเป็นบางส่วน	สามารถเขียนผังความคิดได้แต่ขาดรูปแบบและความสวยงาม

**แบบบันทึกผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์												คะแนนรวม (12)	ผลการตัดสิน
		ใฝ่เรียนรู้				มุ่งมั่นในการทำงาน				มีจิตสาธารณะ					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน
(นายภาณุพงศ์ พาดิ)

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
10 - 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
1 - 3	ปรับปรุง

**เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน / เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ใฝ่เรียนรู้	มีความสนใจ กระตือรือร้น ตอบคำถาม ค้นคว้าหา ความรู้เพิ่มเติม	มีความสนใจ กระตือรือร้น ตอบคำถาม	มีความสนใจ กระตือรือร้น ในการเรียน	ไม่มีความสนใจ ไม่กระตือรือร้น ในการเรียน
มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ตั้งใจและ รับผิดชอบใน การปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการปรับปรุง และพัฒนา การทำงานให้ดีขึ้น	ตั้งใจและ รับผิดชอบใน การปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการปรับปรุง การทำงานให้ดีขึ้น	ตั้งใจและ รับผิดชอบใน การปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับ มอบหมาย ให้สำเร็จ	ไม่ตั้งใจปฏิบัติ หน้าที่การทำงาน
มีจิตสาธารณะ	ช่วยเพื่อนและครู ทำงานอาสา ทำงาน ช่วยคิด ช่วยทำ และ แบ่งปันสิ่งของให้ ผู้อื่นด้วย ความเต็มใจ	ช่วยเพื่อนและครู ทำงานอาสา ทำงาน และ แบ่งปันสิ่งของให้ ผู้อื่นด้วย ความเต็มใจ	ช่วยเพื่อนและครู ทำงานอาสา ทำงานให้ผู้อื่น ด้วยความเต็มใจ	ช่วยเพื่อนและครู ทำงานเมื่อมี การขอร้อง

แบบบันทึกผลการประเมินสมรรถนะสำคัญ
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน												คะแนนรวม (12)	ผลการตัดสิน
		ความสามารถในการสื่อสาร				ความสามารถในการคิด				ความสามารถในการแก้ปัญหา					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(นายภาณุพงศ์ พาดิ)

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
10 - 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
1 - 3	ปรับปรุง

**เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถในการสื่อสาร	พูดและเขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากเอกสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ชัดเจน และมั่นใจ	พูดและเขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากเอกสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ตามที่กำหนดได้อย่าง ครบถ้วน ชัดเจน	พูดและเขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากเอกสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ตามที่กำหนดได้อย่าง ครบถ้วน ได้ไม่ชัดเจน	พูดและเขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากเอกสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ตามที่กำหนดไม่ได้
ความสามารถในการคิด	สามารถตั้งคำถามตอบคำถาม และให้เหตุผล ได้ชัดเจน และสม่าเสมอ	สามารถตั้งคำถามตอบคำถาม และให้เหตุผล ได้ชัดเจน และบ่อยครั้ง	สามารถตั้งคำถามตอบคำถาม และให้เหตุผล ได้ชัดเจน บางครั้ง	ตั้งคำถามตอบคำถาม และให้เหตุผล ไม่ได้
ความสามารถในการแก้ปัญหา	แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลคุณธรรม และข้อมูล สารสนเทศ ประกอบการตัดสินใจ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อนตนเองและผู้อื่นทุก ครั้ง	แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลคุณธรรม และข้อมูล สารสนเทศ ประกอบการตัดสินใจ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อนตนเองและผู้อื่น เป็นส่วนใหญ่	แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลคุณธรรม และข้อมูล สารสนเทศ ประกอบการตัดสินใจ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อนตนเองและผู้อื่น เป็นบางครั้ง	แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลคุณธรรม และข้อมูล สารสนเทศ ประกอบการตัดสินใจ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อนตนเองและผู้อื่น ไม่ได้

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายภาณุพงศ์ พาดิ
วัน เดือน ปีเกิด	6 ตุลาคม 2536
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	733/43 บ้านอารีญา 2 ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 097-084-3849
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวนวนนทีอุทิศ 5 ตำบลโพธิ์ไพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2560	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ. 2565	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2560	ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวนวนนทีอุทิศ 5 ตำบลโพธิ์ไพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2562	ครู โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวนวนนทีอุทิศ 5 ตำบลโพธิ์ไพศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร