การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

THE DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES FOR SCIENCE SUBJECT AREAS ON MOTION UNITS OF MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS THROUGH STAD TECHNIQUES

วิทยานิพนธ์

ของ

ชนกนาถ ดลเอี่ยม

เลขทะเบียนหนังสือ 178352
Bib – Id 54507
Barcode 1000106609
เลขเรียกหนังสือ 607.12 ช193ก 2551

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน
มกราคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD
ผู้วิจัย	ชนกนาถ คลเอี่ยม
กรรมการควบคุม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ ประธานกรรมการ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ภู่เงิน กรรมการ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุหงา ชูสุวรรณ กรรมการ
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต **สาขา** หลักสูตรและการสอน
สถานศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ **ปีที่พิมพ์** 2551

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD 3) ศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 50 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 8 แผน แบบทดสอบย่อยจำนวน 8 ชุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.84 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.9294 และแบบสอบถามวัดเจตคติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานการวิจัย โดยใช้ ค่าสถิติ t (One – Sample t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 79.83 / 77.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75 / 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มากกว่าร้อยละ 80 มีเจตคติต่อการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

TITLE The Development of Learning Activities for Science Subject Areas on Motion Units of Mattayom Suksa 4 Students through STAD Techniques

AUTHOR Chanoknat Don-aium

ADVISORS Assistant Professor Dr. Sunantha Viragoontavan Thesis advisor

Assistant Professor Dr. Prasert Phoo-ngern Co- advisor

Assistant Professor Bunga Chusuwan Co- advisor

DEGREE Master of Education **MAJOR** Curriculum and Instruction

SCHOOL Buriram Rajabhat University **YEAR** 2008

ABSTRACT

The objectives of the research were : 1) to develop learning activities lesson plans for science subject areas on motion units of Mattayom Suksa 4 Students through STAD techniques with effectiveness of 75/75 ; 2) compare the pretest with the posttest scores of students being taught for science subject areas on motion units for Mattayom Suksa 4 Students through STAD techniques ; and 3) study students' attitude towards lesson plans for science subject areas on motion units for Mattayom Suksa 4 Students through STAD techniques. The sample were 50 Mattayom Suksa 4/1 Students studying in the first semester of the academic year 2006 of Romburipittayakom Ratchamongklapisek school, Buriram Education Service Area 1 office, Bandan District, Buriram Province, selected through purposive sampling method. The instuments for this study included : 1) 8 lesson plans ; 2) achievement test with its distribution between 0.20 – 0.84 and its reliability at 0.9294 ; and 3) the questionnaires for asking the attitude of Mattayom Suksa 4 Students concerning the motions through STAD techniques. The collected data were analyzed by using the means, standard deviation (SD), and one-sample t-test.

The results of the study were as follows:

1. The created learning activities lesson plans for science subject areas on motion units of Mattayom Suksa 4 Students through STAD techniques was 79.83/77.65 of effectiveness criteria at the .05 level of significant difference.

2. The posttest scores of students being taught for science subject areas on motion units of Mattayom Suksa 4 Students through STAD techniques were 20 percentage higher than the pretest scores at the .01 level of significant difference.

3. The students' attitude towards the lesson plans for science subject areas on motion units of Mattayom Suksa 4 Students through STAD techniques revealed that more than 80 percentage of students were at "high" level at the .01 level of significant difference.

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ภู่เงิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์บุหงา ชูสุวรรณ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่เอื้ออำนวยความสะดวกและประสานงานในการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน คือ นายมานัส เวียงวิเศษ รองผู้อำนวยการโรงเรียนลำปลายมาศ สำนักงานเขตพื้นที่บุรีรัมย์ เขต 1 นายชาญวิทย์ เพียรแก้ว ครูชำนาญการโรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก สำนักงานเขตพื้นที่บุรีรัมย์ เขต 1 และนายมงคล ฤทธิรณ ศึกษานิเทศก์ 8 สำนักงานเขตพื้นที่บุรีรัมย์ เขต 4 ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ขอขอบคุณคณะครูและผู้บริหารโรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อสิริพัชญ์ คุณแม่พยอม นิลกลาง ครอบครัวทยาลุสกุล และครอบครัวคลเอี่ยม รวมทั้งอีกหลายท่านที่เป็นกำลังใจและคอยสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด

ประโยชน์และคุณค่าอันพึงเกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาตอบแทนพระคุณบิดา-มารดา บูรพาจารย์ คณาจารย์ และผู้มีส่วนเกื้อกูลให้กำลังใจช่วยเหลือในการศึกษาแก่ผู้วิจัย

ชนกนาถ คลเอี่ยม

บัณฑิตวิทยาลัย Buriram Rajabhat University

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	สมมติฐานของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4	6
	วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	6
	คุณภาพของผู้เรียน	7
	สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	8
	มาตรฐานการเรียนรู้	9
	ทฤษฎีและพัฒนาการทางสติปัญญา	10
	ทฤษฎีของเพียเจต์	10
	ทฤษฎีของบรูเนอร์	11
	ทฤษฎีของแกนเย	12
	การเรียนแบบร่วมมือ	13
	ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ	13
	รูปแบบของการเรียนแบบร่วมมือ	14
	การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD	16
	ขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค STAD	17
	การเตรียมการสำหรับการเรียนแบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค STAD	17
	การกำหนดฐานคะแนนเบื้องต้น	18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
	งานวิจัยภายในประเทศ	24
	งานวิจัยในต่างประเทศ	26
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	28
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	28
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	28
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	29
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	37
	การวิเคราะห์ข้อมูล	39
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	40
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	46
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	46
	การวิเคราะห์ข้อมูล	46
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	47
5	**สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	55
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	55
	สมมติฐานของการวิจัย	55
	วิธีดำเนินการวิจัย	56
	สรุปผลการวิจัย	58
	อภิปรายผล	58
	ข้อเสนอแนะ	61
	ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้	61
	ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป	61

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม..... 62

ภาคผนวก 67

ภาคผนวก ก 68

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

ภาคผนวก ข 204

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 205

แบบวัดเจตคติ..... 213

แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 216

ภาคผนวก ค 218

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ..... 219

แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 221

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ..... 222

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติโดยผู้เชี่ยวชาญ..... 224

คะแนนผลการสอบก่อนเรียนหลังเรียน และร้อยละผลต่างของคะแนน
นักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 225

คะแนนการพัฒนาในการทำแบบทดสอบย่อย..... 228

ตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ... 252

ภาคผนวก ง 253

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ..... 254

ประวัติย่อของผู้วิจัย 257

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	เกณฑ์การคิดคะแนนการพัฒนาตนเอง	18
2	เกณฑ์การกำหนดคะแนนที่ได้การยอมรับ	19
3	แบบแผนในการทดลอง	29
4	แสดงเนื้อหา และเวลาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	30
5	การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	34
6	การจัดกลุ่มนักเรียนตามเทคนิค STAD	38
7	คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ จากการประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้	47
8	คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ จากการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	48
9	ประสิทธิภาพของแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการ เคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75	48
10	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75	49
11	เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียน ตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD	50
12	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เจตคติที่มีต่อการเรียนตามแผนพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD	51
13	ค่าเฉลี่ยและระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD	53

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
14	ค่าสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่มีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ในระดับมาก	54
15	ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ	219
16	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ	221
17	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ	222
18	ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	224
19	คะแนนผลการสอบก่อนเรียนหลังเรียน และร้อยละผลต่างของคะแนนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์	225
20	คะแนนการพัฒนาในการทำแบบทดสอบย่อย.....	228
21	ตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD	252

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิค STAD.....	20

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่คนได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544ก : 2)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 3) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบหลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้โดยมีเป้าหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เพื่อให้เข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ ขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ

ความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน เพื่อให้นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ปัจจุบันนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ครูส่วนใหญ่จะแบ่งกลุ่มนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ลักษณะการแบ่งกลุ่มนักเรียนในการเรียนการสอนจะจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ต่างคนต่างเรียนไม่มีการพึ่งพาอาศัยกัน จึงทำให้เกิดช่องว่างระหว่างนักเรียนภายในกลุ่ม เนื่องจากเป็นกลุ่มใหญ่มีสมาชิกมาก การเรียนรู้จึงเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ นักเรียนที่เก่งมักจะจับกลุ่มด้วยกัน ไม่ช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนกว่า ส่งผลให้คนเก่งยิ่งเก่ง และคนอ่อนก็ยิ่งอ่อน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ต่ำ และนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก (2548 : 3) อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 1 พบว่าระดับผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 เฉลี่ย 2.33 และเมื่อพิจารณาผลการเรียนของวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 มีผลการเรียนเฉลี่ย 1.56 และเมื่อเทียบกับรายวิชาอื่น ๆ ในระดับเดียวกันแล้ว วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีผลการเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นอันดับ 2 รองจากวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมเท่านั้น

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดให้มีการจัดการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนให้มีขนาดของกลุ่มเล็กลง และคละความสามารถของนักเรียน ซึ่งเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ จากการศึกษาหลักการและทฤษฎีในการเรียนการสอนแบบร่วมมือ เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ เป็นการแบ่งปันประสบการณ์การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลไปสู่กลุ่ม ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนได้ทั่วถึง ทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน นักเรียนที่เรียนอ่อนจะได้รับความเอาใจใส่จากครูหรือเพื่อน และยังเป็นรูปแบบการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนตลอดเวลา นอกจากนั้นยังเป็นการพัฒนาทักษะทางสังคมส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างตัวนักเรียนกับกลุ่มเพื่อนได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เหมาะสมกับวิชาฟิสิกส์ คือ การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD วิธีการนี้ได้พัฒนารูปแบบมาจากการเรียนแบบร่วมมือกัน โดยสลาวิน (Slavin) ได้กล่าวสรุปเกี่ยวกับวิธีการเรียนแบบนี้ว่า "ในการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ผู้สอนจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันคือ เก่ง ปานกลาง และอ่อนในอัตราส่วน 1 : 2 : 1

เมื่อครูสอนเนื้อหาบทเรียนไปแล้วนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะอภิปรายบทเรียนด้วยกัน จะช่วยเหลือเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มได้เข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น เวลาเรียนนักเรียนจะร่วมมือกัน แต่เวลาทดสอบจะต่างคนต่างได้รับการทดสอบ ผลของการทดสอบจะจัดเป็น 2 ประเภท คือ คะแนนเป็นรายบุคคล และคะแนนเป็นรายกลุ่ม นักเรียนทุกคนจะมีส่วนช่วยเพิ่มหรือลดคะแนนของกลุ่มด้วยกันทั้งสิ้น ดังนั้นเด็กเก่งจะพยายามช่วยเด็กที่ไม่เก่ง เพื่อให้คะแนนของกลุ่มดีขึ้น สำหรับกลุ่มที่ทำคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็จะมีคำชมหรือมีรางวัลให้" การสอนด้วยวิธีดังกล่าว เป็นผลทำให้สมาชิกในกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลดาเดือน ศรีขันช้าย (2540 : บทคัดย่อ) พบว่าส่งผลให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มที่เรียนโดยใช้เทคนิค STAD นั้น มีการคบหากันอย่างแน่นแฟ้นเป็นมิตรที่ดีต่อกันและมีความห่วงใยเพื่อนเป็นอย่างดี และงานวิจัยของสุมิตร ถิ่นปัญจา (2545 : บทคัดย่อ) พบว่า พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับ ดี คือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำคะแนนได้ร้อยละ 70 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาเจตคติต่อการเรียนการสอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

สมมติฐานการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ 75 / 75

2. นักเรียนที่รับการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างน้อยร้อยละ 20

3. นักเรียนร้อยละ 80 มีเจตคติต่อการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ในระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในเนื้อหาและระดับชั้นอื่น ๆ

3. เป็นแนวทางในการเสริมสร้างเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค STAD ในเนื้อหาและระดับชั้นอื่น ๆ

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 149 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 / 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 50 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จำนวน 3 เรื่องย่อย 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ (Projectile Motion)

3.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Cycle Motion)

3.3 การเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ใช้เวลาในการทดลองสอน 24 ชั่วโมง โดยไม่รวมเวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

5. ตัวแปร

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนโดยใช้เทคนิค STAD

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

5.2.3 เจตคติต่อการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดไว้เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุผลตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยการจัดการเรียนการสอนเป็นกลุ่มที่คละความสามารถของนักเรียน แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ประกอบด้วยเด็กเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการทดสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดความสามารถทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 75 / 75 หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดย 75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน และ 75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน

5. เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD วัดจากการตอบแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4
2. ทฤษฎีและพัฒนาการทางสติปัญญา
3. การเรียนแบบร่วมมือ
4. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
   5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4

ประกอบด้วย

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 ก : 3)

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดไว้ดังนี้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่างๆที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้ เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและสัมพันธ์กับชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่างๆได้อย่างมีเหตุผล

การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

คุณภาพของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 ก : 7 – 8)

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6) ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เข้าใจกระบวนการทำงานของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การแปรผัน มิวเตชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
3. เข้าใจกระบวนการความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อคน สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดและจำนวนอนุภาคที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอมของธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี การเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจชนิด สมบัติ และปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
7. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
8. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
9. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
10. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
11. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจ ตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

12. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

13. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

14. ใช้ความรู้และกระบวนทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นตามความสนใจ

15. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

16. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

17. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น

18. แสดงถึงความพอใจ ซาบซึ้งในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

19. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 ก : 9)

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระย่อย ดังนี้ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงาน สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สาระที่ 7 ดาราศาสตร์ และอวกาศ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 ก : 9 - 11)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสาร โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว3.2 เข้าในหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหา สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแลกซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กัน

ทฤษฎีและพัฒนาการทางสติปัญญา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูจะต้องทราบถึงความสนใจและเข้าใจผู้เรียน ดังนั้นครูจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีและพัฒนาการทางสติปัญญา เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ดังทฤษฎีต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget's Theory) (อ้างถึงใน ศรินทิพย์ ภู่สำลี. 2542 : 63) กล่าวถึงการพัฒนาทางด้านสติปัญญา มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว

1.2 ขั้นการปฏิบัติ

1.3 ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม

พัฒนาการทางสติปัญญาจะเป็นไปได้เร็วหรือช้า เพียเจต์ (Piaget) (อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2541 : 5 - 7) กล่าวว่าจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกายและวุฒิภาวะ ประสบการณ์ การมีปฏิสัมพันธ์และการถ่ายทอดทางวัฒนธรรมทางสังคม และสภาวะสมดุลตรรกศาสตร์และความรู้ทางสังคม

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้นำทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget's Theory) (อ้างถึงใน ศรินทิพย์ ภู่สำลี. 2542 : 60) มาใช้ ดังนี้

1. ประเมินศักยภาพทางสติปัญญาของผู้เรียนว่าอยู่ในขั้นใด
2. ก่อนที่ครูจะให้ความรู้ ต้องสำรวจว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเป็นอย่างไร
3. การเลือกเนื้อหา หรือกิจกรรมให้ผู้เรียนต้องมีความเหมาะสม
4. ควรจัดสิ่งแวดล้อมให้เด็กมีประสบการณ์ตรงมากที่สุด

นอกจากนี้ครูยังได้รับประโยชน์จากหลักการสอนและแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีของเพียเจต์ คือ การเรียนรู้โดยการกระทำ การเรียนรู้โดยการรับรู้เป็นภาษาในใจ และการเรียนรู้โดยการสื่อความหมายทางสัญลักษณ์

2. ทฤษฎีของบรูเนอร์ (Bruner's Theory)

บรูเนอร์ (Bruner)(อ้างถึงใน ประสาท อิศรปรีดา. 2532 : 133 – 135) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง และเชื่อว่าวิธีที่บุคคลจะเกิดการเรียนรู้ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีอยู่ 3 วิธีด้วยกัน คือ

2.1 ขั้น Inactive Stage เป็นการเรียนรู้โดยการกระทำสิ่งนั้น

2.2 ขั้น Iconic Stage เป็นการรับรู้ภาพและจินตนาการ

2.3 ขั้น Symbolic Stage เป็นการใช้ความหมายทางสัญลักษณ์ เช่น ภาษา เป็นต้น

บรูเนอร์ (Bruner) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีผลดีที่สุด คือ การให้ผู้เรียนค้นพบความรู้นั้นด้วยตนเอง ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนที่ทำได้สอดคล้องกับทัศนะของบรูเนอร์นั้น ควรมีหลักในการสอน 4 ประการ คือ

1. มีวิธีการจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากจะเรียน หรือพอใจในสถานการณ์นั้น ๆ โดยเฉพาะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. จัดโครงสร้างของเนื้อหาวิชาได้อย่างเป็นระเบียบ มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะประเภท หรือมโนทัศน์ได้ดี

3. ฝึกทักษะได้เหมาะสมและสอดคล้องกับความเจริญทางสติปัญญาของผู้เรียน

4. มีกิจกรรมเสริมแรง ในขณะที่สอน เพราะจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการเรียนรู้ของผู้เรียน

การนำเอาทฤษฎีของบรูเนอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (ศรินทิพย์ ภู่สำลี. 2542 : 60) มีดังนี้

1. ครูผู้สอนควรจัดเนื้อหาและวิธีสอนให้เหมาะกับวัย
2. ครูผู้สอนควรเป็นผู้แนะนำทางการเรียนมากกว่าเป็นผู้บอก
3. ควรให้เด็กค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. มีการวางแผนการสอนที่ดี
5. การวัดผลไม่ควรมุ่งเน้นความจำอย่างเดียว
6. เด็กจะเรียนรู้ได้ดีถ้าทราบจุดประสงค์
7. การทดลองควรแบ่งกลุ่มแบ่งงานกันทำ
8. ครูควรสอนโดยใช้แรงจูงใจ
9. ครูควรพยายามจัดระเบียบโครงสร้างเนื้อหาวิชา
10. การจัดกิจกรรมควรสร้างสิ่งแวดล้อมที่ท้าทายให้เด็กได้ตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาโดยเน้นกระบวนการมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา

3. ทฤษฎีของแกนเย (Gagne's Theory)

แกนเย (Gagne)(อ้างถึงใน จุฑารัตน์ สุจินพรหม. 2546 : 33) เป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ผู้นำในการสร้างตำราการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการ แกนเย (Gagne) ได้วิเคราะห์ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน

3.1 การเรียนรู้โดยสัญญาณ

3.2 การเรียนรู้แบบตอบสนองสิ่งเร้า

3.3 การเรียนรู้แบบลูกโซ่

3.4 การเรียนรู้แบบใช้ภาษา

3.5 การเร้าความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน แจ้งจุดประสงค์การสอน

3.6 การทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง การเสนอสิ่งเร้า

3.7 แนะแนวทางในการเรียนรู้จัดให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม

3.8 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ส่งเสริมความเข้าใจ การถ่ายโยงความรู้

แกนเย (Gagne) ได้แบ่งสมรรถภาพของคนเป็น 5 ด้าน ดังนี้ คือ 1. ด้านปัญญา 2. ด้านยุทธศาสตร์การคิด 3. ด้านการเรียนรู้ข้อสนเทศทางวาจา 4. ด้านทักษะการปฏิบัติ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และ 5. ด้านเจตคติและการถ่ายโยงการเรียนรู้

ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนจึงควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีและพัฒนาการทางสติปัญญา เพื่อนำมาใช้ปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมตามระดับความสามารถของสติปัญญาของผู้เรียน จึงก่อให้เกิดผลดี และมีประโยชน์แก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

การเรียนแบบร่วมมือ

1. ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 134) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นลักษณะการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545 : 30) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นวิธีการสอนที่ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในกลุ่มย่อย ๆ เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ในแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน ผู้เรียนเก่งแต่ละคนจะต้องร่วมมือในการเรียนรู้ร่วมกัน มีการช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้กำลังใจซึ่งกันและกัน คนที่เก่งกว่าจะช่วยคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม เพราะยึดถือแนวคิดที่ว่าความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2544 : 131) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้ และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการให้กำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้เพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม

กมลวรรณ โพธิบัณฑิต (2543 : 13) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นการเรียนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน โดยให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันมาเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ๆ สมาชิกภายในกลุ่มจะต้องมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น ร่วมกันแก้ปัญหาและทำกิจกรรมให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ครูกำหนด คนที่เรียนเก่งจะช่วยคนที่เรียนอ่อนกว่า ทุกคนจะต้องช่วยเหลือให้กลุ่มประสบผลสำเร็จได้ตามเป้าหมาย

พรรณรัศมี เง่าธรรมสาร (2533 : 5) กล่าวถึงความหมายของการเรียนแบบร่วมมือไว้ดังนี้ "การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มเล็ก สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถที่แตกต่างกัน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบการทำงานของตัวเองเท่า ๆ กับรับผิดชอบการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มด้วย"

จากความหมายของการเรียนแบบร่วมมือของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้ที่เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มเล็ก ๆ ภายในกลุ่มจะประกอบไปด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละคนจะมีหน้าที่และความรับผิดชอบร่วมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และช่วยเหลือกันเพื่อทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จตามที่กำหนดไว้

2. รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ

การจัดการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบที่หลากหลาย สำหรับการจัดการเรียนการสอนควรมีการเลือกใช้ตามความเหมาะสม ซึ่งมีรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือตามที่สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2535 : 97) ได้สรุปไว้มี 8 รูปแบบ ดังนี้

2.1 Student Teams-Achievement Divisions (STAD) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4 - 5 คน คละตามระดับความสามารถและเพศ เมื่อเรียนครบ 5 - 6 สัปดาห์ สมาชิกก็จะเปลี่ยนกลุ่มใหม่ และให้มีการทดสอบเป็นรายบุคคล จากนั้นจึงนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

2.2 Teams-Games-Tournaments (TGT) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียน โดยให้ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ที่คละความสามารถและเพศเช่นเดียวกับ เอส ที เอ ดี แต่การเข้าร่วมกลุ่มมีลักษณะถาวรกว่า โดยสมาชิกแต่ละคนของกลุ่มหนึ่งต้องแข่งขันกันตอบคำถามกับสมาชิกของกลุ่มอื่นเป็นรายสัปดาห์ โดยผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับเดียวกันจะแข่งด้วยกันเพื่อทำคะแนนให้กลุ่มของตน

2.3 Teams Assisted Individualization (TAI) เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากในการสอนคณิตศาสตร์กับผู้เรียนระดับประถมศึกษา โดยครูแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน คละ

ความสามารถ แต่ละคนใช้ความสามารถในการเรียนเป็นรายบุคคล สมาชิกมีการช่วยเหลือกันและตรวจคำตอบของเพื่อนในกลุ่มจากกระดาษคำตอบ คะแนนจากการทดสอบจะรวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม

2.4 Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC) เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับการสอนอ่านและเขียน ในระดับมัธยมศึกษา ผู้สอนแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน แล้วให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันอ่านเรื่องที่ครูมอบหมายและตอบคำถามจากนั้นจึงเรียบเรียงเรื่องราวที่ได้อ่านเสียใหม่

2.5 Jigsaw การเรียนแบบนี้บางทีเรียกว่า การเรียนแบบต่อชิ้นส่วนหรือการศึกษาเฉพาะส่วน เป็นกิจกรรมการเรียนที่ผู้เรียนจะเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 - 6 คน ที่คละความสามารถและเพศ ผู้เรียนทุกกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเช่นเดียวกันมีการแบ่งเนื้อหาของเรื่องที่จะเรียนออกเป็นส่วน ๆ แล้วมอบหมายให้ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มย่อยรับผิดชอบกันไปคนละส่วน ผู้เรียนแต่ละคนต้องทำการศึกษาเนื้อหาส่วนนั้น ๆ ให้เข้าใจอย่างกระจ่างชัด จนถึงระดับกลายเป็น "ผู้เชี่ยวชาญ" ประจำเนื้อหาส่วนนั้น ๆ โดยผู้เรียนที่ได้เนื้อหาส่วนเดียวกันไปรวมกลุ่มกันเรียกว่า "กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group) จากนั้นแต่ละคนจะกลับเข้ากลุ่มเดิมของตนเพื่ออธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง เพื่อให้ทั้งกลุ่มได้รับเนื้อหาครบทุกส่วนและทำการวัดผลด้วยการทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่เป็นภาพรวมทั้งหมด

2.6 Jigsaw II สมาชิกในกลุ่มต้องศึกษาเนื้อหาทั้งหมดที่ครูให้ แล้วจึงแบ่งให้แต่ละคนศึกษาเฉพาะส่วน และที่สำคัญคือมีการทดสอบเป็นรายบุคคลหลังจากจบบทเรียนแล้ว และนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม เมื่องานหมดไปแต่ละเรื่องและเสนอต่อเพื่อนเรียบร้อยแล้ว กลุ่มก็จะรวมตัวกันใหม่เพื่อทำงานชิ้นต่อไป

2.7 Group Investigation ในกิจกรรมการเรียนผู้เรียนจะทำงานด้วยกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยใช้การสืบค้นแบบร่วมมือกัน มีการอภิปรายเป็นกลุ่ม รวมทั้งวางแผนงานและโครงการต่าง ๆ ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกันเอง แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 2 - 6 คน หลังจากกลุ่มเลือกหัวข้อจากเรื่องที่จะเรียนแล้วสมาชิกแต่ละคนจะต้องฝึกทำความเข้าใจเป็นพิเศษแล้วนำมารวมกันเป็นรายงานกลุ่ม จากนั้นก็จะเสนอผลงานแก่เพื่อนร่วมห้องถึงสิ่งที่ได้ค้นคว้า

2.8 Learning Together ในกิจกรรมการเรียนจะแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน ที่คละตามระดับความสามารถแล้วให้แต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารที่กำหนดให้โดยให้แต่ละคนศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะเรียนด้วยกันเป็นกลุ่ม

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้คือรูปแบบที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ ซึ่งมีความเหมาะสมกับระดับชั้นที่แตกต่างกันไป ครูจึงควรเลือกใช้รูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ไปปรับใช้ให้

เหมาะสมกับลักษณะห้องเรียน หรือเนื้อหาที่ตนเองสอน จะก่อให้เกิดประโยชน์มาก สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD มาใช้ในการสอนผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD

สลาวิน (Slavin. 1987 : 8 ; อ้างถึงใน อัญชนา โพธิพลากร. 2545 : 27 - 32) การเรียนแบบร่วมมือนี้ ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ครูสอนบทเรียน

2. ผู้เรียนในกลุ่มทำงานร่วมกันตามที่ครูกำหนดให้เปรียบเทียบคำตอบ ซักถามอภิปรายและตรวจคำตอบกัน

3. ผู้เรียนที่ทำแบบฝึกหัดได้ ให้อธิบายวิธีการทำแบบฝึกหัดให้เพื่อนฟังด้วยไม่ใช่บอกคำตอบเท่านั้น

4. เมื่อเรียนจบบทเรียน ครูจึงให้ทำแบบทดสอบสั้น ๆ ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนต้องทำด้วยตนเอง จะช่วยกันไม่ได้

5. ครูตรวจผลการสอบของผู้เรียน โดยคะแนนที่ผู้เรียนทำได้ในการสอบจะถือเป็นคะแนนรายบุคคลแล้วนำคะแนนรายบุคคลไปแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

6. ผู้เรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม กลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยทั้งกลุ่ม

เงื่อนไขที่จำเป็นในการเรียนแบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค STAD มี 2 ประการ คือ

1. เป้าหมายกลุ่ม เงื่อนไขนี้จำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะกลุ่มจำเป็นต้องให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ทราบเป้าหมายของกลุ่มในการทำงานร่วมกัน ถ้าปราศจากเงื่อนไขนี้งานจะไม่สำเร็จได้เลย

2. ความรับผิดชอบต่อตนเอง เงื่อนไขนี้ทุกคนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองเท่า ๆ กับรับผิดชอบต่อกลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มจะได้รับการชมเชยหรือได้รับคะแนน ต้องเป็นผลสืบเนื่องมาจากคะแนนของบุคคลของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งจะนำไปแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

ทั้งสองเงื่อนไขนี้มีความเกี่ยวเนื่องกันและสัมพันธ์กันโดยมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค STAD

หลักการพื้นฐานของการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD นั้น สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องปฏิบัติตามหลักการพื้นฐาน 5 ประการ คือ การพึ่งพาอาศัยในเชิงบวก การติดต่อปฏิสัมพันธ์โดยตรง การรับผิดชอบงานกลุ่ม ทักษะในความสัมพันธ์กับกลุ่มเล็กและผู้อื่น และกระบวนการกลุ่ม

ขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค STAD ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอบทเรียนต่อชั้นเรียน ครูจะนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนต่อผู้เรียนทั้งห้อง ซึ่งครูจะต้องใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมตามลักษณะเนื้อหา บทเรียน โดยใช้สื่อการสอนประกอบคำอธิบายของครูเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียน

ขั้นที่ 2 การเรียนกลุ่มย่อย ซึ่งแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิก 4 - 5 คน ซึ่งสมาชิกของกลุ่มจะมีความแตกต่างกันในเรื่องเพศและระดับสติปัญญา ซึ่งหน้าที่สำคัญของกลุ่มคือการเตรียมสมาชิกของกลุ่มให้สามารถทำแบบทดสอบได้ดี กลุ่มจะต้องทำให้ดีที่สุดเพื่อช่วยสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม กลุ่มจะต้องทบทวนและสอนเพื่อนร่วมกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนและจะต้องช่วยเหลือเพื่อนเพื่อให้รู้เนื้อหาอย่างถ่องแท้

ขั้นที่ 3 การทดสอบย่อย หลังการเรียนไปแล้ว 1 - 2 คาบ ผู้เรียนจะต้องได้รับการทดสอบ ซึ่งในการทดสอบผู้เรียนทุกคนจะต้องทำข้อสอบตามความสามารถของตนไม่ให้ช่วยเหลือกันและกันในการสอบ

ขั้นที่ 4 คะแนนในการพัฒนาตนเอง ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนที่สอบได้กับคะแนนฐาน โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะทำได้หรือไม่ได้ จะขึ้นอยู่กับความขยันที่เพิ่มมากขึ้นมากกว่าบทเรียนก่อนหรือไม่ ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสได้คะแนนสูงสุด เพื่อช่วยเหลือกลุ่มหรืออาจจะไม่ได้คะแนนเลย ถ้าหากได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนฐานเกิน 10 คะแนน

ขั้นที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องและยอมรับ กลุ่มจะได้รับรางวัลเมื่อคะแนนเฉลี่ยเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้

การเตรียมการสำหรับการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค STAD

สื่อการสอน STAD สามารถใช้กับการสอนที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการเรียนเป็นกลุ่ม สามารถใช้ได้กับสื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้น โดยเฉพาะแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อยสำหรับแต่ละหน่วยที่ครูวางแผนที่จะสอน

การจัดกลุ่มผู้เรียน ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน กลุ่มหนึ่งมีสมาชิก 4 คน สมาชิกแบ่งออกเป็น ผู้เรียนที่มีคะแนนสูง 1 คน คะแนนปานกลาง 2 คน และคะแนนต่ำ 1 คน การคัดเลือกผู้เรียนเข้ากลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ถ่ายเอกสารสรุปคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยผู้เรียน 4 คน

2. จัดชั้นเรียน โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในใบรายงานคะแนนของผู้เรียนทั้งชั้น จัดอันดับชั้นของผู้เรียนจากคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุด

3. กำหนดจำนวนกลุ่ม ถ้าเป็นไปได้แต่ละกลุ่มควรจะมีสมาชิก 4 คน ในการตัดสินใจว่าจะมีจำนวนกลุ่มเท่าไรให้หารจำนวนผู้เรียนทั้งหมดด้วย 4 ถ้ามีเศษ บางกลุ่มอาจจะมี 5 คนก็ได้

4. การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ในการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มจะต้องรักษาความสมดุลภายในกลุ่มเพื่อที่ว่าแต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีระดับคะแนนที่ต่างกัน ตั้งแต่สูง ปานกลาง และต่ำ และระดับความคะแนนเฉลี่ยของทุกกลุ่มในชั้นควรจะเท่ากัน ควรใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของผู้เรียนจัดแบ่งกลุ่มโดยใส่ชื่อทีมลงไปบนชื่อผู้เรียนแต่ละคน

5. เติมข้อความลงในกระดาษบันทึก เขียนชื่อผู้เรียนลงไปในแต่ละกลุ่มบนกระดาษบันทึกของครู โดยเว้นชื่อกลุ่มไว้

การกำหนดฐานคะแนนเบื้องต้น

ฐานคะแนนคำนวณมาจากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบย่อยในอดีต ถ้าครูเริ่มต้น STAD ภายหลังจากที่ทดสอบย่อย จะใช้คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนเป็นฐานคะแนนหรือเกรดสุดท้ายจากปีการศึกษาที่ผ่านมาเป็นฐานคะแนนหรือจากคะแนนการสอบวัดความรู้ของผู้เรียน

คะแนนการพัฒนาตนเอง

ผู้เรียนจะทำคะแนนให้กับกลุ่มของตนเองบนพื้นฐานของระดับคะแนนสอบส่วนที่เกินกว่าฐานคะแนน ดังตาราง 1

ตาราง 1 เกณฑ์การคิดคะแนนการพัฒนาตนเอง

คะแนนสอบย่อย	คะแนนการพัฒนาตนเอง
ต่ำกว่าฐานคะแนนมากกว่า 10 คะแนน	0
ต่ำกว่าฐานคะแนน 1-10 คะแนน	10
เท่ากับหรือมากกว่าฐานคะแนน 1-10 คะแนน	20
เกินกว่าฐานคะแนนมากกว่า 10 คะแนน	30
คำตอบถูกต้องหมด (ไม่ต้องดูฐานคะแนน)	30

จุดประสงค์ของการกำหนดฐานคะแนนและคะแนนการพัฒนาตนเอง เพื่อทำให้ผู้เรียนทุกคนมีแรงจูงใจในการทำคะแนนสูงสุดให้แก่กลุ่ม

การคำนวณคะแนนของกลุ่ม ให้นำคะแนนการพัฒนาตนเองของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสมาชิกในทีมนั้น ปัดเศษทศนิยมทิ้งไป คะแนนของกลุ่มขึ้นอยู่กับคะแนนพัฒนาตนเองแทนที่จะเป็นคะแนนดิบที่ได้จากการทดสอบย่อย

การให้รางวัลของกลุ่ม การให้รางวัลมี 3 ระดับ ขึ้นอยู่กับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ดังตาราง 2

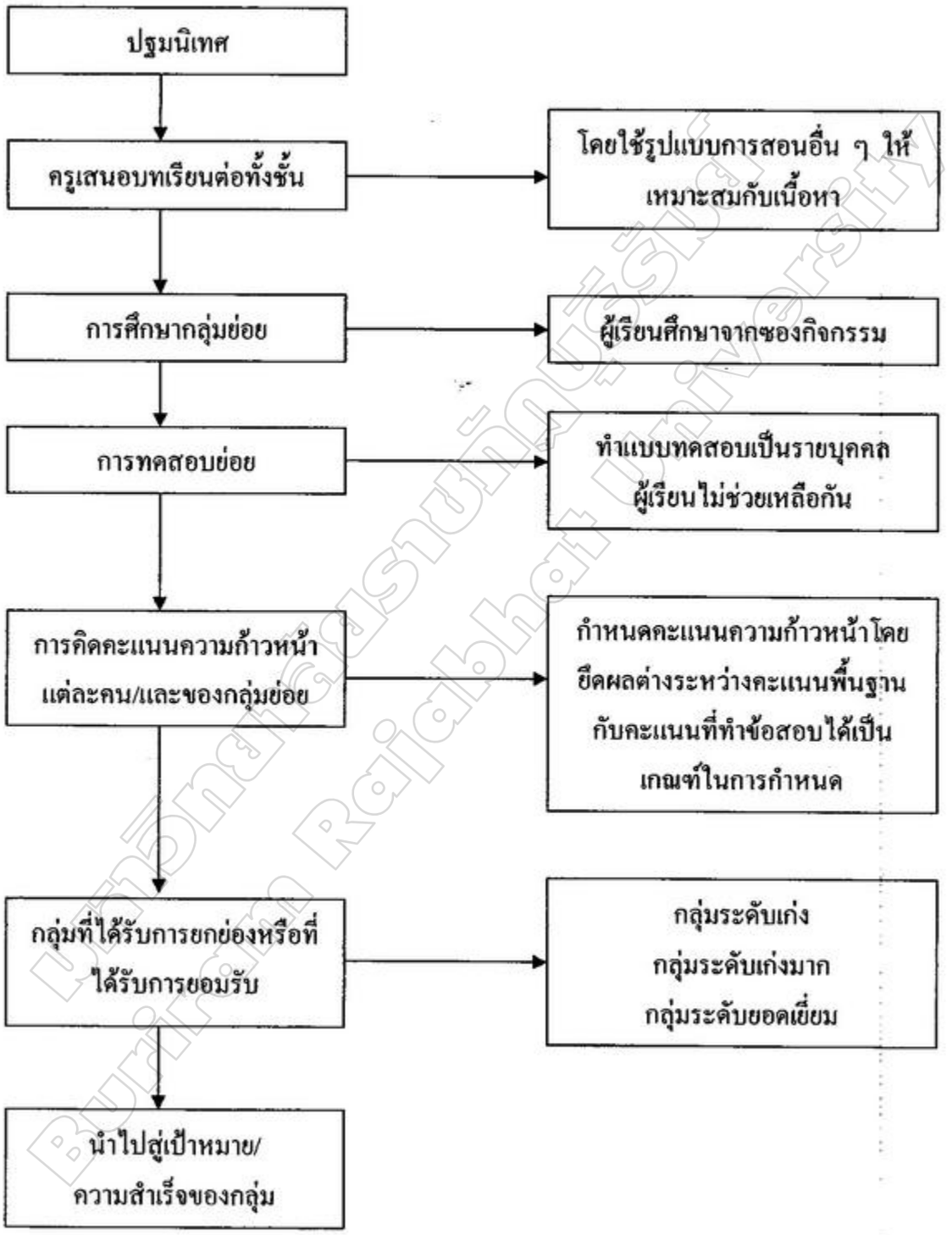
ตาราง 2 เกณฑ์การกำหนดคะแนนที่ได้การยอมรับ

เกณฑ์ (คะแนนเฉลี่ยของทีม)	ระดับ
15 - 19	เก่ง (Good Team)
20 – 24	เก่งมาก (Great Team)
25 - 30	ยอดเยี่ยม (Super Team)

ทุกกลุ่มมีสิทธิได้รับรางวัลทั้งสิ้น แต่ละกลุ่มจึงมิได้แข่งขันกับกลุ่มอื่น ๆ แต่เป็นแรงจูงใจให้สมาชิกในทีมทำคะแนนให้เกินกว่าฐานคะแนนขั้นต่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD (กมลวรรณ โพธิบัณฑิต. 2543 : 36) สรุปได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิค STAD

นอกจากนี้การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD ยังมีข้อดีและข้อจำกัดในการใช้ ซึ่งสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 175) ได้เสนอข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบด้วยตนเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิกอื่น
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกัน
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนผลัดเปลี่ยนกันเป็นผู้นำ
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกและเรียนรู้ทักษะทางสังคมโดยตรง
5. ผู้เรียนมีความตื่นเต้น สนุกสนานกับการเรียน

ข้อจำกัด

1. ถ้าผู้เรียนขาดความเอาใจใส่และความรับผิดชอบส่งผลให้ผลงานกลุ่มและการเรียนรู้ไม่ประสบความสำเร็จ
2. เป็นวิธีการที่ผู้สอนจะต้องเตรียมการ ดูแลเอาใจใส่กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดจึงจะได้ผลดี
3. ผู้สอนมีภาระงานมากขึ้น

นอกจากนี้ สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2536 : 3 - 5) ได้ให้ข้อแนะบางประการเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ไว้ดังนี้

การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ได้นำมาใช้ในสหรัฐอเมริกากว่า 15 ปีแล้ว ผู้ปกครองและครูอาจารย์บางคนก็ยังมีความสงสัยในผลของการเรียนแบบนี้ต่อเด็กเก่งและเด็กอ่อน ข้อสงสัยเหล่านี้ได้รับการอธิบายจากผลการวิจัยของ จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson and Johnson. 1992 ; อ้างถึงใน สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2536 : 3 - 5) ดังต่อไปนี้

1. เด็กเก่งได้รับผลดีหรือมีความรู้ดีเพิ่มมากขึ้น จากวิธีการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เพราะเด็กเก่งมีโอกาสอภิปราย อธิบาย และสาธิต ให้เพื่อนดู เด็กเก่งจึงมีโอกาสปฏิบัติมาก จำได้มาก ได้ความคิดจากเพื่อนมาก จึงทำให้เกิดความคล่องในวิชาที่เรียนมากขึ้น

2. การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ไม่ทำให้เกิดความคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผลระดับสูงของเด็กเก่งลดลง เพราะวิธีสอนจะไม่เน้นการฝึกซ้ำแล้วซ้ำอีก เด็กมีเวลาในการเรียนหลักการการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลมากขึ้น การวิจัยพบว่าเด็กเก่งมักจะใช้วิธีการหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาระดับสูง เมื่อเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ แต่เมื่อเรียนกับเด็กเก่งด้วยกันแล้วเด็กเก่งจะใช้ทั้งยุทธวิธีการแก้ปัญหาระดับสูงและระดับต่ำพอ ๆ กัน

3. เด็กเก่งจะเก่งทางวิชาการมากขึ้นเมื่อเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เพราะเด็กเก่งทราบว่าตนต้องอธิบายบทเรียนให้เพื่อนฟัง จึงศึกษาอย่างถ่องแท้เมื่ออธิบายบทเรียนหลายครั้งทำให้เข้าใจบทเรียนได้ดีกว่าเดิมรวมทั้งได้ตรวจงานของเพื่อนด้วย

4. เด็กอ่อนไม่ถ่วงการเรียนรู้ของเด็กเก่ง เพราะเด็กเรียนอ่อนทราบบทบาทว่าตนต้องรับฟังคำอธิบายจากเด็กเก่งจึงตั้งใจฟัง และเด็กเก่งเป็นผู้อธิบายจึงไม่มีอะไรมาถ่วงความก้าวหน้าทางวิชาการซึ่งกันและกัน

5. ถ้าเด็กเก่งเรียนในกลุ่มกับเด็กเก่งด้วยกัน ผลการเรียนจะดีกว่าการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้หรือไม่ คำตอบก็คือ คงจะไม่เป็นเช่นนั้น เพราะเหตุผล 4 ประการ คือ

5.1 เด็กเก่งเรียนกับเด็กเก่ง แทบจะไม่มีใครอธิบายอะไรให้ใครฟัง

5.2 คงไม่มีใครคาดว่าตนจะต้องอธิบายบทเรียนให้คนอื่นฟัง

5.3 เรียนเพื่ออธิบายให้คนอื่นฟัง กับเรียนเพื่อตอบข้อสอบมีความละเอียดและลึกซึ้งต่างกัน

5.4 การวิจัยของนักวิจัยหลายคนพบว่าเด็กเก่งจะมีผลการเรียนสูงขึ้น ถ้าหากเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ แทนที่จะเป็นการเรียนเฉพาะเด็กเก่งด้วยกัน

6. เด็กเก่งมีเวลาศึกษาค้นคว้าน้อยลง เพราะเด็กเก่งต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งดูแลเพื่อน ๆ ในกลุ่ม จึงมีเวลาเป็นของตัวเองน้อยลง ดังนั้นความรู้กว้างขวางอาจจะลดลงบ้างแต่ความรู้ในทางลึกจะเพิ่มขึ้น เมื่อเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ แต่ก็มีทางแก้ไขได้

7. เด็กเก่งมีปัญหาทางสังคมหรือไม่ บางครั้งเด็กที่เรียนเก่งอาจจะทำผลการเรียนไม่ดีเพราะกลัวเพื่อนจะทอดทิ้ง หาว่าเป็นพวกหนอนหนังสือ ไม่เอาเพื่อนเอาฝูง แต่วิธีการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ไม่เป็นเช่นนั้น เด็กอื่น ๆ ต้องพึ่งเด็กเก่งยอมรับความช่วยเหลือและยกย่องคนเก่งในกลุ่มและผลการสอบมีการคิดคะแนนของกลุ่มด้วย จึงทำให้เกิดมุมมองเห็นว่าเด็กเก่งเป็นความหวังของพวกเขา

8. การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมทักษะทางสังคมให้แก่เด็ก เพราะเด็กทุกคนรู้สึกว่าตนมีกลุ่มมีพวก มีเพื่อนคอยช่วยเหลือกัน ไม่รู้สึกเปล่าเปลี่ยว จึงทำให้เด็กมีความรักใคร่ มีความมั่นคงทางใจอันส่งผลดีต่อการเรียนของทั้งกลุ่ม

9. โรงเรียนจะส่งเสริมเด็กเก่งให้เก่งขึ้นอีกได้อย่างไร ข้อนี้ได้กล่าวมาแล้วว่าบางครั้งให้โอกาสเด็กเก่งเรียนตามลำพังหรือเรียนร่วมกับเด็กเก่งด้วยกัน โดยจัดเนื้อหาวิชาให้เหมาะกับความเก่งของเด็กแล้ว ผลการเรียนของเด็กจะดีขึ้นทั้งด้านความกว้างและความลึกของเนื้อหาวิชา นอกจากนี้แล้วเด็กเก่งยังมีโอกาสฝึกทักษะทางสังคมในการเป็นผู้นำกลุ่มในด้านวิชาการ และมีความรู้สึกในการเป็นกลุ่มเป็นพวกของตน ไม่ว้าเหว่หรือรู้สึกว่าอยู่ตัวคนเดียว

จากผลการวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เด็กเก่งที่เรียนแบบกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ จะทำให้เพิ่มความสามารถในการอธิบาย การสาธิต การที่เด็กเก่งเรียนร่วมกันกับเด็กอ่อนก็ไม่ได้ทำให้ความสามารถที่มีลดลง แต่กลับเพิ่มความรู้ด้านลึก และถึงแม้ว่าการเรียนร่วมกับเด็กอ่อนจะทำให้เด็กเก่งเสียเวลาส่วนตัวไปบ้างแต่ก็ถูกทดแทนด้วยการมีสังคมที่เด็กเก่งจะถูกยอมรับในความรู้

ประโยชน์ของการจัดการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้

การจัดการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ดังที่ รวิวรรณ ศรีคร้ามครัน (2543 : 171 - 173) กล่าวไว้ดังนี้

1. ประสบความสำเร็จทางด้านวิชาการ การจัดการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และแลกเปลี่ยนความรู้ โดยมุ่งให้ผลการเรียนของกลุ่มมีคะแนนสูง เมื่อมีการวัดผล ทำให้สมาชิกกลุ่มต้องสนใจศึกษาในเรื่องที่ได้รับมอบหมาย และผู้เรียนประสบความสำเร็จทางด้านวิชาการสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

2. เพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้เรียน การจัดการสอนในลักษณะกลุ่มการเรียน จะทำให้ผู้เรียนแต่ละคนรู้ถึงคุณค่าและความสำคัญของตนเองในการเป็นสมาชิก รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม ทำให้เพิ่มความมั่นใจในการทำงาน และการเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น มีอิสระที่จะคิดและเสนอความคิดเห็นต่อกลุ่ม

3. ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน เนื่องจากธรรมชาติ และลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ จะสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ถกเถียงปัญหา และเสนอความคิดเห็นต่อกลุ่ม อธิบายหรือบอกเล่าสิ่งที่รู้ให้แก่เพื่อนร่วมกลุ่มให้เข้าใจ ซึ่งจะทำให้ผู้สอน หรือผู้บอกเล่าอธิบาย มีความเข้าใจเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และชัดเจนมากขึ้น และผู้รับฟังก็จะสามารถเข้าใจในอีกแนวคิดหนึ่ง นอกเหนือจากความคิดเห็นของตนเอง

4. พัฒนาทักษะทางด้านสังคม การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ จะทำให้สมาชิกในกลุ่มได้ปรึกษาหารือกัน พูดคุย เสนอความคิดเห็น ซึ่งก่อให้เกิดพฤติกรรมทางด้านสังคมที่ดีต่อกัน มีความเข้าใจกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รวมทั้งเป็นการฝึกทักษะที่ดีให้แก่ผู้เรียนในด้านการสื่อสาร และก่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีต่อกัน

5. เป็นที่ยอมรับของเพื่อนและก่อให้เกิดสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน แม้กระทั่งเพื่อนที่เรียนอ่อนในชั้นเรียน เมื่อจัดให้เรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ก็จะแสดงความสามารถของตนเองทำให้เป็นที่ยอมรับของกลุ่มได้ และเมื่อมีการเปลี่ยนกลุ่มการเรียนเป็นระยะ ๆ ทำให้เพื่อนทุกคนในชั้นเรียนได้รู้จักคุ้นเคยกันจนทำให้ทุกคนในชั้นเรียนไม่ว่าผู้ที่เรียนดี หรือเรียนอ่อนมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมากกว่าการเรียนแบบปกติ

การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสำเร็จทั้งในด้านวิชาการและทักษะทางด้านสังคม ผู้เรียนได้มีโอกาสช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แต่ละคนมีความมั่นใจในการทำงาน และสนใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม และมีการยอมรับซึ่งกันและกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

ชัยวัฒน์ ฤทธิ์ชุมพล (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของกิจกรรมการเรียนแบบ เอส ที เอ ดี ในวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาปรากฏว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ เอส ที เอ ดี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละจากการทดสอบหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนเท่ากับ 14.75 และมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี

กมลวรรณ โพธิบัณฑิต (2543 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ผลการศึกษาปรากฏว่า การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การใช้กิจกรรมที่หลากหลายและกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ได้ร่วมมือกันในการทำงาน มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกอย่างชัดเจน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด จะช่วยกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและเข้าใจบทเรียนดีขึ้น นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนการสอนยังสอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียนด้วย ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียน มีพัฒนาการทางด้านทักษะทางสังคมเกิดความตระหนักในคุณค่าของตนเอง และผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยเฉลี่ยสูงขึ้น

บุญครอง ศรีนวล (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลการจัดกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ระหว่างครูเลือกกลุ่มกับผู้เรียนเลือกกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะทางสังคมและการตระหนักในคุณค่าของตนเองของผู้เรียนที่เรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้สูงขึ้น

178352

โสภา สุวรรณแสน (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและดัชนีประสิทธิผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

พิมล ผิวผ่อง (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สุมิตร ถิ่นปัญจา (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน ผลการวิจัยพบว่า พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับ ดี คือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำคะแนนได้ร้อยละ 70 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

จุฑารัตน์ สุจินพรหม (2546 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) ผลการวิจัยปรากฏว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 87.31 / 81.30 และมีค่าดรรชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6230 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 62.30

ราชทัย เจนสุวรรณ์ (2547 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องบรรยากาศ ที่พัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.87 / 63.55 และผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือและใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศโดยเฉลี่ยสูงขึ้น

สุริเยส กิ่งมณี (2547 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง การพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD เรื่อง บรรยากาศ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพเท่ากับ

80.96 / 80.90 และดรรชนีประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD มีค่าเท่ากับ 0.7096 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 70.96

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD มีผลการวิจัยที่สอดคล้องกัน คือผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น มีทักษะและความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักแบ่งปันความรู้และช่วยเหลือกัน ทำให้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

งานวิจัยในต่างประเทศ

อาร์มสตรอง (Armstrong. 1998 : Abstract) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยยึดเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นทีม (STAD) ได้ทำการศึกษาค้นคว้ากับผู้เรียน 47 คน ที่เรียนอยู่ในเกรด 12 ที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิมโดยใช้ตำราเรียน การอธิบาย การบรรยาย เอกสารประกอบการเรียน กับการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ จัดกลุ่มโดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการสอนทั้ง 2 แบบนี้มีการวัดผลและประเมินผล ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยวิธีการสอน 2 วิธีดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสะดวกต่อการเรียนรู้สังคมศึกษาไม่แตกต่างกัน และตามข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสอบถามของครูและผู้เรียนพบว่าการเรียนแบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนมาก จึงควรนำไปใช้ในการสอนให้เหมาะสมในการจัดการเรียนแบบเน้นบล็อกเวลา

แจ็คสัน (Jackson. 1998 : Abstract) ได้ศึกษาถึงผลของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือที่ใช้ในการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยยึดเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อการส่งเสริมการสร้างมโนภาพสำหรับผู้เรียนในการเรียนที่มีความเชื่อที่ต่างกัน สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาค้นคว้ากับผู้เรียน 92 คน ที่เรียนอยู่เกรด 7 ในโรงเรียนขนาดกลางที่ไม่มีการแบ่งแยกสีผิว โดยมีการแบ่งผู้เรียนเป็นทีม ทีมละ 4 – 5 คน มีการศึกษาผู้เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นทีม มีการทดสอบผู้เรียนเพื่อดูคะแนนเป็นทีมและเป็นรายบุคคล ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า ผู้เรียนชายผิวดำมีการสร้างมโนภาพกับความเชื่อเรื่องอื่น ๆ มากกว่า ผู้เรียนชายผิวดำที่เรียนในห้องเรียนปกติ แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือไม่มีผลต่อการสร้างมโนภาพสำหรับผู้เรียนชายผิวขาว ผู้เรียนหญิงผิวดำ และผู้เรียนหญิงผิวขาว

ลินเซย์ (Lindsay. 1999 : Abstract) ได้ทำการศึกษาการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบร่วมมือ โดยศึกษากับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 3 ห้องเรียน มีการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือที่หลากหลาย การเก็บข้อมูลใช้การสำรวจกลุ่ม การสังเกต และการสัมภาษณ์รายบุคคล การศึกษาการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็เป็นการศึกษาค้นคว้าแบบร่วมมือกัน ในขณะเดียวกันไม่ควรละเลยการจัดการเรียน

การสอนแบบเอกัตภาพด้วย ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ครูควรเลือกวิธีการสอนหลากหลาย เพื่อตอบสนองความแตกต่างดังกล่าวด้วย

วิกลันด์ (Wicklund. 2002 : Abstract) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเรียนรู้แบบรายบุคคลกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันในระดับมหาวิทยาลัย แม้ว่างานวิจัยสนับสนุนให้จัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันในระดับต่ำกว่าอุดมศึกษา แต่ในระดับอุดมศึกษายังไม่มีงานวิจัยสนับสนุน การศึกษาครั้งนี้กำหนดสมมติฐานไว้ 4 ข้อ คือ 1. นักศึกษาที่เรียนแบบเอกัตภาพและเรียนแบบร่วมมือกันมีผลการเรียนแตกต่างกัน 2. การเรียนรู้แบบร่วมมือกันกับเรียนรู้เป็นรายบุคคลมีการใช้เวลาในการช่วยเหลือของครูแตกต่างกัน 3. นักศึกษาที่เรียนแบบรายบุคคลกับเรียนแบบร่วมมือกัน มีระยะเวลาในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อทำงานที่มอบหมายแตกต่างกัน และ 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน การศึกษาใช้รูปแบบการทดสอบหลังเรียน โดยแบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเรียนแบบร่วมมือ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนแบบรายบุคคล จากการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่เรียนแบบร่วมมือกันใช้เวลาในการศึกษาคอมพิวเตอร์น้อยกว่านักศึกษาที่เรียนแบบรายบุคคล แต่ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันในเรื่องอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

จากงานวิจัยในต่างประเทศพบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันเปรียบเทียบกับการสอนแบบอื่น ๆ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือกันทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ได้เร็วมากกว่า เนื่องจากใช้เวลาในการเรียนรู้และทำกิจกรรมน้อยกว่าแบบอื่น ๆ อีกทั้งผู้เรียนมีความสุข สนุกสนานในการเรียน และพบว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือกันนั้นเหมาะกับการใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์อีกด้วย

จากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบร่วมมือกัน (STAD) มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคลในกลุ่ม เกิดความรัก สามัคคี และรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค STAD นั้นส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สูงขึ้น และยังส่งผลต่อการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียน สามารถทำงานร่วมกันและมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน อันจะส่งผลทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลบ้านด่าน อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 149 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลบ้านด่าน อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 50 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จำนวน 3 เรื่องย่อย 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ (Projectile Motion)
2. การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Cycle Motion)
3. การเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest – Posttest Design ดังรายละเอียดในตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนในการทดลอง

ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

X แทน การสอนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 8 แผน

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มี 3 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3. แบบสอบถามวัดเจตคติในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองสอนกับผู้เรียน ได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 ข : 34)

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์

1.3 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี และแนวคิดเทคนิควิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD

1.4 ศึกษาหนังสือเอกสารประกอบการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.5 วิเคราะห์เนื้อหาสาระ

1.6 แบ่งเนื้อหาออกเป็นแผนย่อยเพื่อให้สอดคล้องกับเวลาที่ใช้ในการสอน ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงเนื้อหา และเวลาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
1	ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์	3
2	เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์	3
3	ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม	3
4	การเลี้ยวโค้ง	3
5	การเคลื่อนที่ของดาวเทียม	3
6	การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง	3
7	ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย	3
8	การแกว่งแบบลูกตุ้ม	3
รวม		24

1.7 ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเนื้อหาย่อย 3 เรื่อง ตามรายละเอียดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD ดังนี้

1.7.1 มาตรฐาน

1.7.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.7.3 สาระการเรียนรู้

1.7.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.7.4.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

1.7.4.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

1.7.4.2.1 นำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น (Class Presentation) ในการทำการสอนเนื้อหาในบทเรียนแก่นักเรียนพร้อมกันทั้งชั้น ครูจะเลือกใช้เทคนิคและวิธีการสอนให้เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหานั้น ๆ พร้อมทั้งมีสื่อการเรียนการสอนอย่างเพียงพอและเหมาะสมด้วย

1.7.4.2.2 เรียนกลุ่มย่อย (Team Study) หลังจากที่ครูนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้นแล้ว นักเรียนก็จะทำงานที่ครูกำหนดให้เป็นกลุ่มย่อย โดยที่สมาชิกในแต่ละกลุ่มจะต้องให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือกัน เพื่อให้สมาชิกทั้งกลุ่มให้เกิดความเข้าใจในการเรียน

1.7.4.2.3 ทดสอบกลุ่มย่อย (Test) หลังจากนักเรียนเรียนจบเนื้อหาแล้ว นักเรียนจะได้รับการทดสอบย่อยเป็นรายบุคคลตามความสามารถของตนเอง สมาชิกอื่น ๆ ไม่สามารถช่วยเหลือได้

1.7.4.2.4 คิดคะแนนของกลุ่ม เพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่อง (Team Recognition)

1.7.4.3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนในกลุ่มช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้ว

1.7.4.4 ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนในกลุ่มช่วยกันทำใบงานจากการศึกษาใบความรู้และกิจกรรมที่นักเรียนทำมาแล้ว นักเรียนจะต้องอธิบายซักถามกันในกลุ่มเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มที่ไม่เข้าใจได้เข้าใจและแก้ไขข้อบกพร่องกันทุกคน

1.7.4.5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่พบ

1.7.4.6 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนและกลุ่มของนักเรียนนั้น ๆ โดยใช้แบบทดสอบย่อยประจำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.7.5 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1.8 จัดพิมพ์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 8 แผนการเรียนรู้

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.10 สร้างแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ นำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.11 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1.11.1 นายมานัส เวียงวิเศษ ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนลำปลายมาศ อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ วุฒิทางการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลและประเมินผล

1.11.2 นายมงคล ฤทธิรณ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ 8 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 วุฒิทางการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน (การสอนวิทยาศาสตร์)

1.11.3 นายชาญวิทย์ เพียรแก้ว ตำแหน่ง ครู คศ. 2 โรงเรียนรมย์บุรี-พิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ วุฒิทางการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา (ฟิสิกส์)

1.12 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 100) คือ 3.51 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

1.13 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบแก้ไข

1.14 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มาปรับปรุงและจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ และภาษาที่ใช้

1.15 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

1.16 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพมีดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดี และหาค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงของข้อสอบจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 53-66)

2.2 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 ข : 34)

2.3 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ช่วงชั้นที่ 4

2.4 สร้างตารางกำหนดข้อสอบเพื่อสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังทั้งหมด 80 ข้อ ต้องการจริง 40 ข้อ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เนื้อหา	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ต้องการ
การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์	1. อธิบายความหมายและบอกลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์	5	2
	2. แสดงความสัมพันธ์และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์	10	5
การเคลื่อนที่แบบวงกลม	3. อธิบายความหมายและบอกลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลม	5	3
	4. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีวงกลม อัตราเร็วและมวลของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม	10	5
	5. อธิบายการเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถยนต์ รถจักรยานยนต์ บนถนนราบและถนนเอียง พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง	10	5
	6. อธิบายความหมายและคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง	8	4
	7. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนววงกลมไปอธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียม และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้	10	5
การเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย	8. อธิบายและบอกลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย	6	3
	9. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้	6	3
	10. ทดลองเรื่องลูกตุ้มอย่างง่าย เพื่อหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย	10	5
รวม		80	40

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบทดสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.7 นำผลที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดรรชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยใช้สูตร IOC (สมนึก ภัททิยธนี. 2541 : 221) เลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1 จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนพบว่ามีค่า IOC คือ 1.00 ทั้ง 80 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง

2.9 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มาพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ จำนวน 80 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 50 คน เพื่อนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

2.10 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.56 ถึง 0.80

2.11 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อ โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan Method) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.84

2.12 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett Method) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.93

2.13 นำแบบทดสอบไปพิมพ์เป็นฉบับที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบสอบถามเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามจากตำราการวัดผลทางการศึกษาของสมนึก ภัททิยธนี (2544 : 36-42) เพื่อสร้างแบบสอบถาม

3.2 สร้างแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าโดยกำหนดระดับคะแนนเจตคติเป็น 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

3.3 นำแบบสอบถามวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษาและข้อความที่ใช้แสดงถึงเจตคติ

3.4 นำแบบสอบถามเจตคติ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อที่จะนำไปใช้ในการประเมินความเหมาะสมแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนในการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 20 ข้อ นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมก่อนที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ

3.6 นำแบบสอบถามวัดเจตคติที่ผ่านการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พร้อมแบบประเมินความเหมาะสม เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา และความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

3.7 นำแบบประเมินที่มีความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาวิเคราะห์พบว่า แบบสอบถามเจตคติของนักเรียนในการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ 4.55 หรือมีความเหมาะสมมากที่สุด

3.8 นำแบบสอบถามเจตคติที่ได้รับการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.9 นำแบบสอบถามวัดเจตคติที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไข จำนวน 20 ข้อเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วนำไปพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.10 นำแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนในการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 50 คน

3.11 นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนในการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้สร้างขึ้นไปพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้น ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยค้นคว้านำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. ดำเนินการทดลองสอนโดยผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง ด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค STAD มีขั้นตอนการสอนดังนี้

2.1 ขั้นเตรียม ผู้วิจัยทำความรู้จักกับนักเรียนและดำเนินการจัดห้องเรียน ชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ กิจกรรมการเรียนการสอน ตามรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค STAD

2.2 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.3 แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม 10 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามลำดับคะแนนแต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนที่เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ดังตาราง 6

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 6 การจัดกลุ่มนักเรียนโดยใช้เทคนิค STAD

กลุ่ม	เก่ง(ลำดับ)	ปานกลาง (ลำดับ)	ปานกลาง (ลำดับ)	อ่อน(ลำดับ)	อ่อน(ลำดับ)
A	1	24	25	48	49
B	2	23	26	47	50
C	3	22	27	46	-
D	4	21	28	45	-
E	5	20	29	44	-
F	6	19	30	43	-
G	7	18	31	42	-
H	8	17	32	41	-
I	9	16	33	40	-
J	10	15	34	39	-
K	11	14	35	38	-
L	12	13	36	37	-

2.4 ดำเนินการสอน โดยการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครบทั้ง 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง

2.5 ขั้นการทดสอบย่อย เป็นการทดสอบหลังเรียน (Post – test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเนื้อหา เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล นักเรียนจะไม่ช่วยเหลือกัน ครูคิดคะแนนความก้าวหน้าจากคะแนนฐานของนักเรียน โดยคำนวณจากผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนกับคะแนนทดสอบก่อนเรียนประจำเนื้อหาของแต่ละคนซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

2.5.1 ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐาน มากกว่า 10 คะแนน จะได้คะแนนความก้าวหน้า 0 คะแนน

2.5.2 ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐาน 1 - 10 คะแนน จะได้คะแนนความก้าวหน้า 10 คะแนน

2.5.3 ได้คะแนนเท่ากับหรือสูงกว่าคะแนนฐาน 1 - 10 คะแนน จะได้คะแนนความก้าวหน้า 20 คะแนน

2.5.4 ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐาน มากกว่า 10 คะแนน จะได้คะแนนความก้าวหน้า 30 คะแนน

2.5.5 ได้คะแนนเต็ม จะได้คะแนนความก้าวหน้า 30 คะแนน

นำคะแนนความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันเป็นกลุ่ม จากนั้นหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือได้รับรางวัล ซึ่งรางวัลก็คือ คำชมเชย เสียงปรบมือจากเพื่อน ๆ หรืออาจจะเป็นอุปกรณ์การเรียน เช่น ปากกา ดินสอ ยางลบ สมุด เป็นต้น

3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post – test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

4. นำคะแนนผลการทดสอบย่อยมาหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเจตคติในการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Excel และ SPSS/PC^{+} ดังต่อไปนี้

1. หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดย

1.1 หาค่าความเที่ยงตรงของข้อสอบโดยการหาค่าเฉลี่ย เพื่อดูค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD โดยใช้วิธีของ เบรนแนน (Brennan Method)

1.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett Method)

2. หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75 / 75

3. หาค่าเจตคติของนักเรียนที่เรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของแบบสอบถามเจตคติ ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง เจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง เจตคติอยู่ในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง เจตคติอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง เจตคติอยู่ในระดับน้อย

1.0 – 1.49 หมายถึง เจตคติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยหาผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร IOC (Item Objective Congruence) (สมนึก ภัททิยธนี. 2546 : 218-220) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ครรชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ ตามวิธีของ Brennan หาได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 90)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

n_1 แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เมื่อ E_1 แทน คะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนทุกคนที่ได้คะแนนแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน

E_2 แทน คะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนทุกคนที่ได้คะแนนแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากแบบทดสอบย่อย

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

n แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐาน

2.1.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2546 : 103)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน จำนวนที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ

n แทน จำนวนเต็มทั้งหมด

2.1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2546 : 108)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2546 : 250)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)}}$$

SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
x	แทน	คะแนนเฉลี่ยของข้อมูล
$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.1 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t – test (One-Sample t-test) โดยใช้สูตรดังนี้ (ชูศรี วงษ์รัตนะ. 2546 : 146)

2.1.1 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานการวิจัยสำหรับค่า E_1

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \mu_0}{\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}}$$

เมื่อ

E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
$\bar{x}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่เป็นร้อยละของแบบทดสอบย่อยทั้ง 8 ชุด
μ_0	แทน	เกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75
s_1	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเฉลี่ยที่คิดเป็นร้อยละของแบบทดสอบท้ายแผนแต่ละชุด
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

2.2.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานการวิจัยสำหรับค่า E_2

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \mu_0}{\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}}$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\bar{x}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยที่เป็นร้อยละของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง

μ_0 แทน เกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75

s_2 แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่คิดเป็นร้อยละของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

n_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

2.2.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานการวิจัยสำหรับผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\bar{x}$ แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน

μ_0 แทน ร้อยละของผลต่างที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 20

s แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่คิดเป็นร้อยละของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

n แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

2.2.4 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานการวิจัยร้อยละของนักเรียนที่มีเจตคติระดับมากขึ้นไป (ชัยสิทธิ์ เฉลิมมีประเสริฐ. 2544 : 250) ดังนี้

$$t = \frac{P - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

P แทน ค่าสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่มีเจตคติระดับมากขึ้นไป

p_0 แทน ค่าสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่มีเจตคติระดับมากขึ้นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เท่ากับ .80

q_0 แทน $1 - P_0$

n แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่จะนำเสนอตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	คือ คะแนนเฉลี่ย
SD	คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
t	คือ ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
E_1	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการในแผนการจัดการเรียนรู้
E_2	คือ ประสิทธิภาพของผลผลิตในแผนการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 หาประสิทธิภาพของแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่เรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 หาประสิทธิภาพของแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนเป็นคะแนนที่ได้โดยการทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินผลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ จากการประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้

จำนวนนักเรียน (50 คน)	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่									ร้อยละ
	1	2	3	4	5	6	7	8	รวม	
คะแนนเต็ม	10	10	10	10	10	10	10	10	80	
คะแนนเฉลี่ย	7.92	7.84	7.94	8.00	8.04	7.92	8.16	8.04	63.86	
ร้อยละ	79.20	78.40	79.40	80.00	80.40	79.20	81.60	80.40		79.83
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.32	1.11	1.04	1.09	1.09	1.16	1.08	1.12		9.80

จากตาราง 7 พบว่า ผลการเรียนรู้ด้วยแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 8 แผน มีคะแนนเฉลี่ยรวมทุกแผนเท่ากับ 63.86 จาก 80 คะแนน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.80 ดังนั้นแผนพัฒนากิจกรรม

การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.83

ตาราง 8 คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ จากการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
50 คน	40 คะแนน	31.06	77.65	8.20

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 31.06 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.29 ดังนั้น แผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพของผลผลิต (E_2) เท่ากับ 77.65

ตาราง 9 ประสิทธิภาพของแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ประสิทธิภาพของกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้(E_1)	80	79.83	9.80
ประสิทธิภาพของผลผลิตของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_2)	40	77.65	8.20

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 63.86 คิดเป็นร้อยละ 79.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.80 นั่นคือ E_1 เท่ากับ 79.83 และมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.06 คิดเป็นร้อยละ 77.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.20 นั่นคือ E_2 เท่ากับ 77.65

ตาราง 10 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ประสิทธิภาพ	จำนวน	ร้อยละ	t
ประสิทธิภาพของกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1)	8 แผน	79.83	3.486**
ประสิทธิภาพของผลผลิตของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_2)	50 คน	77.65	2.285*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 พบว่า แผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 79.83/77.65 เมื่อนำไปทดสอบสมมติฐานจะได้ค่า t สำหรับ E_1 เท่ากับ 3.486 และค่า t สำหรับ E_2 เท่ากับ 2.285

ดังนั้นแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มากกว่าเกณฑ์ 75/75 ประสิทธิภาพกระบวนการของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

การวัดผลสัมฤทธิ์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	*t*
ก่อนเรียน	50	22.80	1.12	
หลังเรียน	50	77.65	3.28	31.272**
ผลต่าง		54.85	7.88	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากกว่าร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่เรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติเจตคติที่มีต่อการเรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ปรากฏผลดังตาราง 12

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เจตคติที่มีต่อการเรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

รายการประเมิน	$\bar{x}$	*SD*	อันดับที่
1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีขั้นตอนมากเกินไปโดยไม่จำเป็น	4.24	.56	7
2. ครูใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม	4.32	.47	3
3. ข้าพเจ้ามีความสุขที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน	4.20	.40	12
4. ข้าพเจ้าเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์มากยิ่งขึ้นเมื่อมีการเรียนเป็นกลุ่ม	4.24	.43	7
5. มีเอกสารประกอบการเรียนมากทำให้เกิดความสับสนและเบื่อหน่ายในการเรียน	3.86	.41	18
6. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าและสมาชิกในกลุ่มมีโอกาสที่จะแลกเปลี่ยนความรู้แก่กัน	4.28	.46	4
7. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจและทำแบบฝึกหัดได้ดียิ่งขึ้น	4.24	.43	7
8. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าเคร่งเครียดเพราะใช้ความคิดมากเกินไป	4.10	.41	15
9. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าอยากมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น	4.08	.49	16
10. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้น	4.20	.57	12
11. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้วิชาฟิสิกส์น้อยเกินไป	4.02	.55	17
12. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อและอึดอัดที่จะต้องรอฟังความคิดเห็นจากเพื่อนในการทำแบบฝึกหัด	4.16	.47	14
13. การวางแผนในการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มทำให้งานเสร็จเรียบร้อยเร็วยิ่งขึ้น	4.44	.50	2
14. การทดสอบบ่อยเกินไป ทำให้ข้าพเจ้าเกิดความเครียด	3.80	.67	19

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	*SD*	อันดับที่
15. ทุกครั้งที่ข้าพเจ้าทำคะแนนจากการสอบไม่ดี ข้าพเจ้าจะไม่ตั้งใจเรียนในครั้งต่อไป	4.22	.42	11
16. แบบทดสอบยากเกินไป ทำให้เกิดความรู้สึกท้อแท้	3.80	.54	19
17. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายสมาชิกในกลุ่มที่ทำคะแนนได้น้อย	4.28	.45	4
18. การให้คะแนนของครูในการทดสอบย่อยแต่ละครั้งมีความเหมาะสม	4.28	.45	4
19. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่พอใจที่การช่วยเหลือกันภายในกลุ่มทำให้เพื่อนได้คะแนนมากกว่า	4.24	.48	7
20. เมื่อได้รับคำชมเชยจากครูทำให้ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนมากขึ้น	4.80	.40	1
เฉลี่ย	4.19	.22	

จากตาราง 12 พบว่า ระดับเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 ซึ่งมีเจตคติอยู่ในระดับมาก

เมื่อพิจารณาระดับเจตคติแล้วพบว่า ข้อที่มีคะแนนมากที่สุดได้แก่ ข้อ 20 เมื่อได้รับคำชมเชยจากครูทำให้ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนมากขึ้น ซึ่งได้ 4.80 แปลความหมายได้ว่ามีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือข้อ 13 การวางแผนในการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มทำให้งานเสร็จเรียบร้อยเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งได้ 4.44 และข้อที่ได้คะแนนน้อยที่สุดได้แก่ ข้อ14 การทดสอบบ่อยเกินไป ทำให้ข้าพเจ้าเกิดความเครียด และ ข้อ 16 แบบทดสอบยากเกินไป ทำให้เกิดความรู้สึกท้อแท้ ซึ่งได้ 3.80 แต่เมื่อพิจารณาทุกข้อแล้วพบว่าทุกข้อมีคะแนนตั้งแต่ 3.80 ขึ้นไป นั่นคือ นักเรียนมีระดับเจตคติตั้งแต่มากขึ้นไป

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยและระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

คนที่	$\bar{x}$	ระดับเจตคติ	คนที่	$\bar{x}$	ระดับเจตคติ
1	4.05	มาก	26	4.15	มาก
2	4.30	มาก	27	4.25	มาก
3	4.15	มาก	28	4.30	มาก
4	4.05	มาก	29	4.20	มาก
5	3.95	มาก	30	3.95	มาก
6	4.30	มาก	31	4.35	มาก
7	4.10	มาก	32	4.30	มาก
8	4.30	มาก	33	4.15	มาก
9	4.10	มาก	34	4.25	มาก
10	4.25	มาก	35	4.35	มาก
11	4.10	มาก	36	4.20	มาก
12	4.30	มาก	37	4.25	มาก
13	4.25	มาก	38	4.30	มาก
14	4.20	มาก	39	4.35	มาก
15	4.10	มาก	40	4.15	มาก
16	4.25	มาก	41	4.25	มาก
17	4.15	มาก	42	4.20	มาก
18	4.15	มาก	43	4.15	มาก
19	4.15	มาก	44	4.55	มากที่สุด
20	4.15	มาก	45	4.20	มาก
21	4.40	มาก	46	4.10	มาก
22	4.05	มาก	47	4.05	มาก
23	4.25	มาก	48	4.05	มาก
24	4.40	มาก	49	3.90	มาก
25	4.25	มาก	50	3.85	มาก

จากตาราง 13 พบว่า ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD อยู่ในระดับมาก และมากที่สุด จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 80 เมื่อนำไปทดสอบสมมติฐานการวิจัยตามสูตรจะได้ค่า t เท่ากับ 3.536 ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ค่าสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่มีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ในระดับมาก

จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่มีระดับเจตคติมากขึ้นไป	ร้อยละ	t
50 คน	50	100	3.536**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 พบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 มีเจตคติในการเรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD อยู่ในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ผู้วิจัยขอสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สรุปผลการวิจัย
5. อภิปรายผล
6. ข้อเสนอแนะ
   - 6.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้
   - 6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

สมมติฐานการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ 75 / 75

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

2. นักเรียนที่รับการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างน้อยร้อยละ 20

3. นักเรียนร้อยละ 80 มีเจตคติต่อการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลบ้านด่าน อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 149 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลบ้านด่าน อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 50 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด ประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 8 แผน ทำการสอน 24 ชั่วโมง

2.2 แบบทดสอบย่อยท้ายแผนจำนวน 8 ชุด โดยใช้ทดสอบหลังการเรียนสิ้นสุดในแต่ละแผน

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.56 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.84 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.9294

2.4 แบบสอบถามวัดเจตคติในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ผู้วิจัยได้ทำการทดลองด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ระหว่างวันที่ 7 สิงหาคม 2549 ถึง วันที่ 18 กันยายน 2549 ใช้เวลาในการทดลอง 24 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การปฐมนิเทศก่อนดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD ซึ่งเป็นการสอนแบบใหม่ ให้นักเรียนได้ทราบถึงแนวคิด หลักการตลอดจนวิธีการและบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในขณะดำเนินการจัดกิจกรรม

3.2 การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STADจำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยทำการทดสอบนอกเวลาทดลอง เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้เรื่องนี้มากน้อยเพียงใด แล้วบันทึกคะแนนสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน

3.3 ดำเนินการสอนตามขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมทั้ง 8 แผนและทดสอบย่อยเมื่อสอนเสร็จในแต่ละแผน

3.4 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดิมที่ใช้สอบก่อนเรียน โดยทำการสอบนอกเวลาทดลอง แล้วบันทึกผลคะแนนการสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียน

3.5 ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามวัดเจตคติที่มีต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้แล้ว

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หาประสิทธิภาพของแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่เรียนตามแผนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD สรุปผลการวิจัยต่อไปนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD พบว่ามีประสิทธิภาพ 79.83/77.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75 / 75 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนมากกว่าร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติต่อการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ในระดับมาก มากกว่าร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

การวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD อภิปรายผลดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของแผนกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพ 79.83/77.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75 / 75 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน การที่แผนกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบ

ต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีประสิทธิภาพเช่นนี้ เป็นผลมาจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 รวมทั้งได้ศึกษาเอกสารการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ การวัดประเมินผลจนเข้าใจ แล้วนำมาสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ซึ่งประกอบไปด้วย เนื้อหาสาระ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สื่อการเรียนรู้ อีกทั้งได้ทำการทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคมรัชมังคลาภิเษก อำเภอบ้านด่าน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 1 และได้ทำการตรวจสอบปรับปรุงและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง และที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ดีขึ้นอาจเกิดจากการแลกเปลี่ยนสื่อสารความรู้ระหว่างกัน การช่วยเหลือกันภายในกลุ่มทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมล ผิวผ่อง (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับราชทัย เจนสุวรรณ์ (2547 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องบรรยากาศที่พัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.87 / 63.55 และผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือและใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศโดยเฉลี่ยสูงขึ้น จากผลการวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันจะทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีการช่วยเหลือกัน เห็นความสำคัญของการทำงานกลุ่ม ทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการเรียน เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายของกลุ่ม ทำให้สมาชิกในกลุ่มต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน เสนอความคิด แบ่งปันหน้าที่ อภิปรายและซักถามซึ่งกันและกัน จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากกว่าร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุมิตร ถิ่นปัญจา (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้

รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับ ดี คือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำคะแนนได้ร้อยละ 70 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 สอดคล้องกับงานวิจัยของจุฑารัตน์ สุจินพรหม (2546 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) ผลการวิจัยปรากฏว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 87.31 / 81.30 และมีค่าดรรชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6230 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 62.30 และสอดคล้องกับงานวิจัยของโสภา สุวรรณแสน (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและดัชนีประสิทธิผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และในแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยคนเก่ง ปานกลางและอ่อน ทำให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แบ่งปันกันเรียนรู้ ซึ่งส่งผลทำให้คะแนนของกลุ่มและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนดีขึ้น

3. ผลการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียน ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 ซึ่งมีเจตคติอยู่ในระดับมาก และเมื่อแยกเจตคติเป็นรายคนพบว่า นักเรียนมีเจตคติในระดับมากขึ้นไป 50 คน คิดเป็นร้อยละ 100 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 20 ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีและมีความสุขในการเรียนครั้งนี้

จากผลการวิจัยที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เหมาะที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน นักเรียนทราบคะแนนความก้าวหน้า ทำให้สามารถปรับปรุงและพัฒนาตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาและเรียนอย่างมีความสุข

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ผู้สอนต้องมีการเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการเรียน จัดเตรียมสื่อ – อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูง

1.2 ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตร ทำให้สามารถจัดกิจกรรมได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ส่งผลให้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

1.3 ควรมีการยืดหยุ่นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความเหมาะสม

1.4 ผู้สอนควรมีการแนะนำ ให้คำปรึกษา และดูแลอย่างใกล้ชิดในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและใส่ใจในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มกำลังความสามารถ

1.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถปรับจำนวนได้ตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาและพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD ในเนื้อหาอื่น หรือระดับชั้นอื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาและพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD เช่น ความคงทนทางการเรียน กระบวนการกลุ่ม

2.4 ควรมีการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปปรับปรุงให้ดีขึ้น ก่อนนำไปทดลองจริง

2.5 ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เช่น การเรียนรู้แบบสืบเสาะ การเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นต้น

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

บรรณานุกรม

กมลวรรณ โพธิบัณฑิต. (2543). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ก). **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ใน หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

----------. (2544 ข). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

----------. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

จุฑารัตน์ สุจินพรหม. (2546). **การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD).** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชัยวัฒน์ ฤทธิ์ชุมพล. (2539). **ผลของกิจกรรมการเรียนแบบ เอส ที เอ ดี ในวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชัยสิทธิ์ เฉลิมมีประเสริฐ. (2544). **สถิติเพื่อนักบริหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : บริษัท ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์จำกัด.

ชูศรี วงษ์รัตนะ. (2546). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : เนรมิตการพิมพ์.

ทิศนา แขมมณี. (2547). **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญครอง ศรีนวล. (2543). **การศึกษาผลการจัดกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประสาท อิศรปรีดา. (2532). **จิตวิทยาการศึกษา.** มหาสารคาม : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

เผชิญ กิจระการ. (2544, กรกฎาคม). "การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา (E_1/E_2)." **วารสารวัดผลประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 7 : 44-82.

พรรณรัศมี เง่าธรรมสาร. (2533). "การเรียนแบบทำงานรับผิดชอบร่วมกัน". **สารพัฒนาหลักสูตร.** 95(2) : 35 – 37.

พิมล ผิวผ่อง. (2544). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครู สสวท.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2534). **การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา.** เชียงใหม่ : โรงพิมพ์เชียงใหม่คอมเมอร์เซียล.

รวิวรรณ ศรีคร้ามครัน. (2543). **นวัตรกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

_____.(2544). **เทคนิคการสอน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ราชทัย เจนสุวรรณ์. (2547). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542.** กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.

โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก. (2548). **สรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.** บุรีรัมย์ : โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก. อัดสำเนา.

ลดาเดือน ศรีขันช้าย. (2540.) **เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิผลทางการเรียน STAD และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท.** วิทยานิพนธ์. กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2541, เมษายน – มิถุนายน). "ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)". **วารสาร สสวท.** 26 (101) : 7

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2544). **พัฒนาการเรียนการสอน.** มหาสารคาม : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศรินทิพย์ ภู่สำลี. (2542). **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา.** ลพบุรี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2544). **การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2.** มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

_____.(2546). **การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4.** กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2546). **เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยการศึกษาเบื้องต้น.** มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2545). **การจัดกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

สุมิตร ถิ่นปัญจา. (2545). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรศักดิ์ หลาบมาลา. (2535, ตุลาคม – ธันวาคม). "การสังเกตห้องเรียนที่ใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือ". **สารพัฒนาหลักสูตร.** 2(12) : 96 – 99.

----------. (2536, มกราคม - มีนาคม). "ข้อแนะนำบางประการเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ". **สารพัฒนาหลักสูตร.** 12(113) : 3 – 5.

สุริเยส กิ่งมณี. (2547). **การพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD เรื่อง บรรยากาศ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). **19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ.** กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

โสภา สุวรรณแสน. (2543). **ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติ.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัญชนา โพธิพลากร. (2545). **การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อัญชลี สิรินทร์วราวงศ์. (2543). **สอนวิทยาศาสตร์อย่างไร.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำไพพรรณ ทิวไผ่งาม. (2536, มกราคม - มีนาคม). "มาช่วยให้เด็ก "เรียนรู้แบบร่วมมือกัน" ดีกว่า". **สารพัฒนาหลักสูตร.** 12(113) : 6.

Amstrong, D.S. (1998). **The Effect of Student Team Achievement Divisions Cooperative Learning Technique on Upper Secondary Social Studies Student' Academic Achievement and Attitude Towards Social Studies Class (Block Scheduling Twelfth-grade, High School Students)** (Online). Available : http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9823885.

Jackson, R. ,JR. (1998). **The Effects of Cooperative Learning on the Development of Cross-racial Friendships.** Available : http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9823885.

Lindsay, P. W. (1999). **Cooperative Learning in the Science Classroom.** Master's Thesis. Pacific : Pacific Lutheran University.

Wicklund, D. M. (2002). **Individual Learning Versus Cooperative Learning in a University Spreadsheet Applications Class.** Available : http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/NQ747243.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirarm Rajabhat University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ก

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความหมายและบอกลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุจะเปลี่ยนไป เมื่อมีแรงที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุ และถ้าแรงกระทำนั้นกระทำตลอดเวลา การเคลื่อนที่นั้นจะเปลี่ยนไปทั้งขนาดและทิศทางของความเร็ว วัตถุที่ถูกขว้างหรือโยนจะมีแนวการเคลื่อนที่โค้งคล้ายกราฟพาราโบลา ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุนั้นในแนวดิ่ง แต่ในแนวระดับจะไม่มีแรงใดๆกระทำตลอดการเคลื่อนที่ ความเร็วของวัตถุในแนวระดับจะคงตัว ส่วนความเร็วในแนวดิ่งจะไม่คงตัว

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u>

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องลักษณะของการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกฟุตบอล การชูตบาสเกตบอล การขว้างก้อนหิน การยิงจีปนาวุธ การจุดบั้งไฟ การปล่อยก้อนหิน การโยนเหรียญ การหมุนลูกข่าง การดีดกีต้าร์ เป็นต้น เพื่อชี้ให้เห็นว่าการเคลื่อนที่ที่ยกตัวอย่างนั้นมีลักษณะการเคลื่อนที่หลายแบบ

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่นักเรียนรู้จักหรือเคยเห็น

<u>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น</u>

3. ครูสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ที่นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่าง แล้วซักถามว่าการเคลื่อนที่นั้นมีลักษณะอย่างไร (วงกลม, โค้ง, หมุน, สั่น)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University Rajabhat

4. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและอธิบายการทำกิจกรรม การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบฝึกหัด

ขั้นเรียนกลุ่มย่อย

5. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ตามที่ครูได้กำหนดไว้จากผลสัมฤทธิ์

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม 1 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านคำสั่งในใบกิจกรรม 1 และทำงานร่วมกันตามคำสั่ง โดยนักเรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มได้

8. นักเรียนร่วมกันตรวจผลงานของสมาชิกภายในกลุ่ม สมาชิกที่ยังไม่เข้าใจหรือยังทำไม่ได้ตามคำสั่ง ให้เพื่อนที่เข้าใจอธิบายให้ฟัง หากยังไม่เข้าใจจึงแจ้งครูเพื่อให้ครูอธิบายให้ฟัง

9. ครูสุ่มตัวแทนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง

10. ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ 1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

11. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 1 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

12. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 1 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม

13. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการติดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

ขั้นสรุป

14. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ว่า

- การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์มีลักษณะโค้ง , เหมือนกราฟพาราโบลาคว่ำ
- การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์มีการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2 แนว คือ แนวนอนกับแนวดิ่งพร้อม ๆ กัน
- เมื่อปล่อยวัตถุที่ตำแหน่งเดียวกัน เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์กับการเคลื่อนที่แนวดิ่ง ใช้เวลาเท่ากัน

ขั้นฝึกทักษะ

15. นักเรียนรับใบงาน 1 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้ อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

16. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

17. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 1 เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ไปทำเป็นการบ้าน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 1 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
2. ใบความรู้ 1 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
3. ใบงาน 1 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
4. แบบฝึกหัด 1 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
5. แบบทดสอบย่อย 1 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
6. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การทำกิจกรรม

การวัดและการประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน 1 - แบบฝึกหัด 1 - ใบกิจกรรม 1	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย 1	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบความรู้ที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

การ เคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิธีโค้ง

ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ไปในทิศหนึ่งแล้วมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่เดิมจะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่เร็วขึ้นและถ้าแรงนั้นมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงแต่ยังคงไปในทิศเดิมซึ่งทั้งสองกรณีถือว่าเป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง แต่ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุนั้นในทิศอื่น วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง เช่น การขว้างหรือยิงวัตถุไปในอากาศในแนวที่เอียงไปจากแนวดิ่งขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ไปนั้นแรงดึงดูดของโลกจะฉุดวัตถุลงในแนวดิ่งตลอดเวลาเป็นเหตุให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปในแนวโค้ง

การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

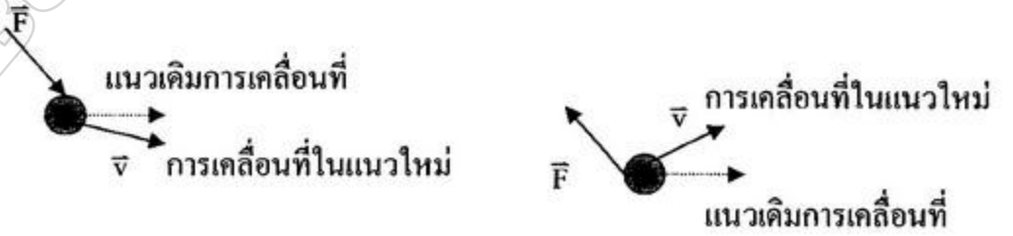
การเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ จะมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลง ก็ต่อเมื่อมีแรงที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ดังนี้

1. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในแนวเดิมเป็นเส้นตรง (1 มิติ) โดยการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเร็วขึ้นเมื่อแรงนั้นมีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ และจะช้าลงเมื่อแรงนั้นมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ ดังรูป. 1

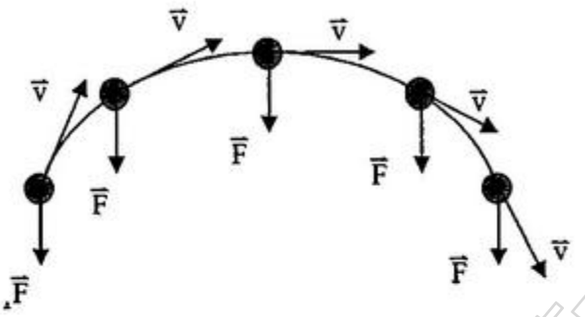
การเคลื่อนที่เร็วขึ้น ในแนวเดิม　　การเคลื่อนที่ช้าลง ในแนวเดิม

รูป 1 แรงมีแนวเดียวกับการเคลื่อนที่

2. ทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุ มีทิศทำมุมกับแนวการเคลื่อนที่ ผลทำให้แนวการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังรูป 2. หรือแนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง เมื่อ แรงนั้นกระทำต่อวัตถุตลอดเวลาที่เคลื่อนที่ ดังรูป 3. การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ



รูป. 2 แรงมีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่ ขณะใดขณะหนึ่ง



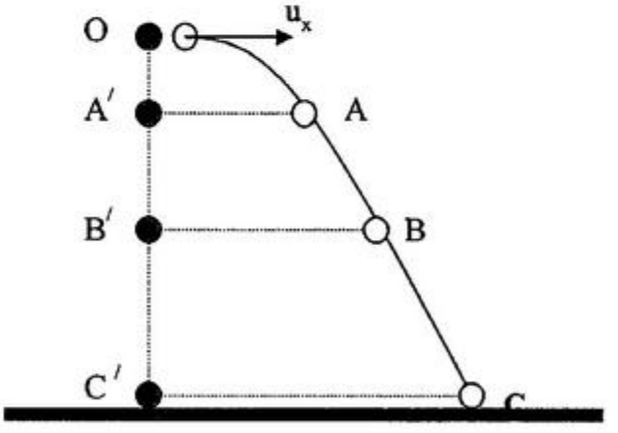
รูป 3 แรงมีแนวทำมุมกับการเคลื่อนที่ ตลอดเวลา

ในทีนี้เราจะกล่าวถึงการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง (2 มิติ) ที่แรงใดๆกระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมใดๆกับแนวการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังรูป 3 เช่น การขว้างวัตถุทำมุมใดๆกับแนวระดับ หรือขว้างจากยอดตึก หรือหน้าผา ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุนั้นตลอดเวลา โดยการเคลื่อนที่นั้นจะได้ระยะทั้งในแนวระดับและในแนวดิ่ง แนวการเคลื่อนที่นั้นจะมีลักษณะเป็นแนวโค้งแบบพาราโบลา เราเรียกการเคลื่อนที่นี้ว่า **การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์**

การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์นี้ จะประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ 2 แนวตั้งฉากกันและกัน และเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน คือการเคลื่อนที่ในแนวราบ และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง โดยแสดงให้เห็นจากการทดลองเกี่ยวกับการตกของวัตถุ พร้อมกับการดีดให้วัตถุนั้นกระเด็นออกไปพร้อมกันจากจุดเดียวกัน ซึ่งอยู่จากที่สูงจากพื้นระดับหนึ่ง ดังรูป 4. พบว่า

1. วัตถุที่ตกในแนวดิ่ง มีการกระจัดในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว ส่วนวัตถุที่ถูกดีด มีการกระจัดทั้งในแนวดิ่งและในแนวระดับ

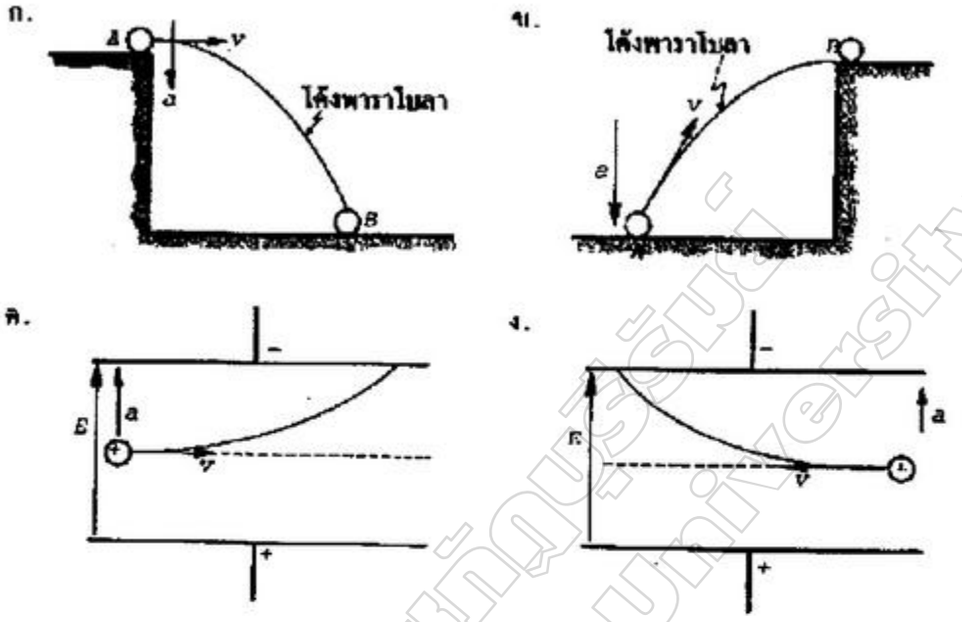
2. วัตถุทั้งสองมีการกระจัดในแนวดิ่งเท่ากัน เพราะตกถึงพื้นพร้อมกัน และเวลาที่ใช้เท่ากัน



รูป 4 แสดงวัตถุตกในแนวดิ่ง และถูกดีดออกในแนวระดับ

3. วัตถุทั้งสองถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำเพียงแรงเดียว (ไม่คิดแรงต้านของอากาศ) มีความเร่งในแนวดิ่งเท่ากันคือ g (ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก)

ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิธีโค้งโดยมีความเร่งในแนวต่างๆ



รูป 5 โค้งพาราโบลาแบบต่างๆ

รูป (ก) และ (ข)วัตถุเคลื่อนที่ภายใต้แรงดึงดูดของโลก

รูป (ค) และ (ง) ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ภายใต้สนามไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบงาน 1

1. ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่า วัตถุที่ถูกขว้างออกไปจากที่สูงจากพื้น หรือ ยิงวัตถุออกไปจากพื้นทำมุมใดๆ กับแนวระดับ แนวการเคลื่อนที่จะโค้งคล้ายกับกราฟพาราโบลา อยากทราบว่า มีแรงกระทำต่อวัตถุนี้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ความคิดเห็นของกลุ่มเห็นว่า วัตถุที่ถูกขว้างออกไปจากที่สูงจากพื้น หรือ ยิงวัตถุออกไปจากพื้นทำมุมใดๆ กับแนวระดับ แนวการเคลื่อนที่จะโค้งคล้ายกับกราฟพาราโบลา อยากทราบว่า มีแรงกระทำต่อวัตถุนี้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป เห็นว่า วัตถุที่ถูกขว้างออกไปจากที่สูงจากพื้น หรือ ยิงวัตถุออกไปจากพื้นทำมุมใดๆ กับแนวระดับ แนวการเคลื่อนที่จะโค้งคล้ายกับกราฟพาราโบลามีแรงกระทำต่อวัตถุนี้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด 1

1. ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูล และบันทึกลงในสมุด

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ มีลักษณะแนวการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. มีแรงเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

3. ผลจากแรง ทำให้การเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นอย่างไร และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นอย่างไร

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบฝึกหัด 1

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ มีลักษณะแนวการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

ตอบ แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง คล้ายกราฟพาราโบลา

2. มีแรงเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่อย่างไร

ตอบ มีแรงที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุในแนวทำมุมใดๆกับแนวการเคลื่อนที่ตลอดเวลาทำให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง

3. ผลจากแรง ทำให้การเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นอย่างไร และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นอย่างไร

ตอบ การเคลื่อนที่ในแนวระดับ มีความเร็วคงตัว ไม่มีความเร่ง เนื่องจากไม่มีแรงกระทำในแนวระดับ การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง เป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบกิจกรรม 1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหาลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

อุปกรณ์

1. รางอะลูมิเนียม
2. ลูกกลมโลหะ
3. แป้นไม้
4. เป้าโลหะ
5. กระดาษคาร์บอน
6. กระดาษกราฟ
7. กระดาษขาว

การจัดตั้งอุปกรณ์

1. ประกอบรางอะลูมิเนียมเข้ากับแป้นไม้ ให้รางตอนล่างอยู่ในแนวระดับ แล้วติดกระดาษกราฟเข้ากับแป้นไม้

2. ตัดกระดาษขาวและกระดาษคาร์บอนขนาดกว้างยาวเท่ากับแผ่นโลหะที่ใช้เป็นเป้าและปิดกระดาษขาวเข้ากับเป้า แล้วปิดกระดาษคาร์บอนทับกระดาษขาวโดยยึดติดเฉพาะปลายบนของกระดาษคาร์บอน จากนั้นวางเป้าให้ชิดปลายรางอะลูมิเนียมและด้านยาวของเป้าทาบบนเส้นทึบของกระดาษกราฟให้พอดี

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 หาเส้นทางการเคลื่อนที่

1. วางลูกกลมโลหะบนรางอะลูมิเนียมซึ่งใกล้ปลายรางตอนบน โดยถือไม้บรรทัดกั้นลูกกลมโลหะไว้ ยกไม้บรรทัดขึ้นอย่างรวดเร็ว ลูกกลมโลหะจะกลิ้งลงมาตามรางเข้าชนเป้า เมื่อยกปลายล่างของกระดาษคาร์บอนขึ้น จะเห็นจุดดำบนกระดาษขาว ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกกลมเข้าชนเป้า ทำเครื่องหมายบนกระดาษกราฟให้มีระดับตรงกับจุดดำบนเป้า

2. ทำการทดลองซ้ำ แต่ละครั้งที่ทดลองต้องวางลูกกลมโลหะที่ตำแหน่งเดิมแต่เลื่อนเป้าออกไปครั้งละ 1 เซนติเมตร จนกระทั่งลูกกลมโลหะไม่กระทบเป้า

3. เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ให้ลากเส้นผ่านจุดทุกจุดบนกระดาษกราฟ จะได้กราฟเป็นเส้นทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ของลูกกลมโลหะ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์โดยการเขียนกราฟ

กำหนดให้จุดบนกราฟจุดแรกซึ่งตรงกับจุดที่ลูกกลมโลหะกระทบเป้าเมื่อวางชิดปลายรางด้านล่างเป็นจุดกำเนิด ลากแกนนอนหรือแกน x และแกนยืนหรือแกน y จากกราฟที่ได้วัดการกระจัดในแนวระดับ x และการกระจัดในแนวดิ่ง y ของจุดต่าง ๆ พร้อมทั้งหาค่าการกระจัดในแนวระดับกำลังสอง x^2 ออกแบบตารางและบันทึกผลลงในตาราง เขียนกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง y กับการกระจัดในแนวระดับกำลังสอง x^2

แบบบันทึกกิจกรรม 1

กลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิก 1. .....เลขที่.....

2. .....เลขที่.....

3. .....เลขที่.....

4. .....เลขที่.....

5. .....เลขที่.....

ผลการทดลองตอนที่ 1

ผลการทดลองตอนที่ 2 ตารางบันทึกผล

การกระจัดในแนวระดับ x (cm)	การกระจัดในแนวดิ่ง y (cm)	x^2 (cm^2)

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ผลการทดลองตอนที่ 2 กราฟระหว่าง y และ x^2

คำถาม

1. เพราะเหตุใด ต้องปล่อยลูกกลมโลหะจากตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง

ตอบ .....

2. แนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะจากกระดาษกราฟบนแป้นไม้มีลักษณะอย่างไร

ตอบ .....

3. จากกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง y กับการกระจัดในแนวระดับกำลังสอง x^2 จะสรุปลักษณะของแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ว่าเป็นแนวโค้งแบบใด

ตอบ .....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

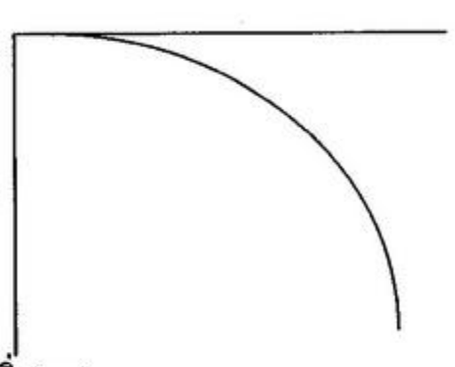
.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบบันทึกกิจกรรม 1

ผลการทดลองตอนที่ 1

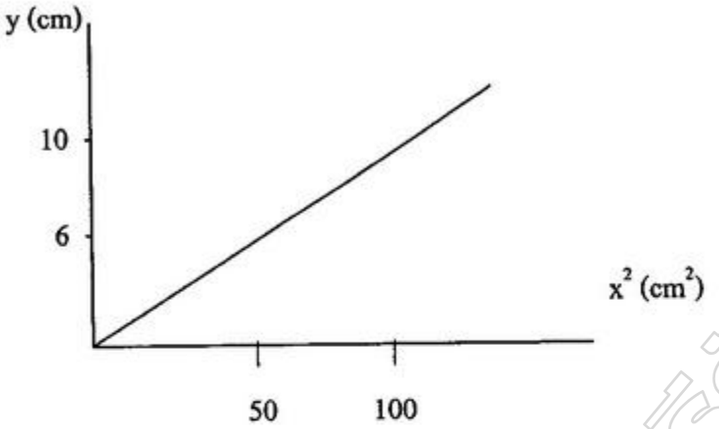


ผลการทดลองตอนที่ 2 ตารางบันทึกผล

การกระจัดในแนวระดับ x (cm)	การกระจัดในแนวดิ่ง y (cm)	x^2 (cm^2)
1	0.10	1
2	0.35	4
3	0.70	9
4	1.20	16
5	1.90	25
6	2.65	36
7	3.50	49
8	4.45	64
9	5.55	81
10	6.80	100
11	8.25	121
12	9.70	144

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ผลการทดลองตอนที่ 2 กราฟระหว่าง y และ x^2



คำถาม

1. เพราะเหตุใด ต้องปล่อยลูกกลมโลหะจากตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง

ตอบ ปล่อยลูกกลมโลหะจากตำแหน่งเดียวกันทำให้ลูกกลมโลหะมีความเร็วหลุดจากปลายรางมีค่าเท่ากัน

2. แนวการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะจากกระดาษกราฟบนแป้นไม้มีลักษณะอย่างไร

ตอบ เป็นแนวโค้ง

3. จากกราฟระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง y กับการกระจัดในแนวระดับกำลังสอง x^2 จะสรุปลักษณะของแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ว่าเป็นแนวโค้งแบบใด

ตอบ แบบพาราโบลา(คว่ำ)

สรุปผลการทดลอง

ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ คือการเคลื่อนแนวโค้งคล้ายกราฟแบบพาราโบลา (คว่ำ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 1

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ เป็นการเคลื่อนที่.....แนว ได้แก่.....
2. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบใด.....
3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ มีแรงใดมากระทำบ้าง.....
4. ความเร็วของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ เป็นอย่างไร.....
5. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ กับเวลาที่ใช้ในการตกแบบอิสระของวัตถุที่จุดปล่อยเดียวกันเป็นอย่างไร.....
6. ความเร็วที่จุดสูงสุดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ คือ.....
7. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ให้ทำเครื่องหมายแสดงว่าข้อใดถูกหรือผิด

   .....มีความเร่งคงตัว

   .....อยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก

   ..... เส้นทางการเคลื่อนที่เป็นกราฟพาราโบลา

   ..... มีแรงกระทำคงตัวทั้งสองแนวของการเคลื่อนที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 1

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ เป็นการเคลื่อนที่ 2 แนว ได้แก่ **แนวระดับ กับแนวดิ่ง**
2. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบใด **แนวโค้ง/คล้ายกราฟพาราโบลา**
3. การเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ มีแรงใดมากระทำบ้าง **แรงโน้มถ่วง**
4. ความเร็วของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ เป็นอย่างไร **ความเร็วในแนวระดับมีค่าคงที่ ส่วนความเร็วในแนวดิ่งมีค่าไม่คงที่**
5. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ กับเวลาที่ใช้ในการตกแบบอิสระของวัตถุที่จุดปล่อยเดียวกันเป็นอย่างไร **ใช้เวลาเท่ากัน**
6. ความเร็วที่จุดสูงสุดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ คือ **มีค่าเป็นศูนย์**
7. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ให้ทำเครื่องหมายแสดงว่าข้อใดถูกหรือผิด

   .... / ....มีความเร่งคงตัว

   .... x ....อยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก

   .... / .... เส้นทางการเคลื่อนที่เป็นกราฟพาราโบลา

   .... / .... มีแรงกระทำคงตัวทั้งสองแนวของการเคลื่อนที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. แสดงความสัมพันธ์และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

สาระสำคัญ

ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ว่า

- การกระจัดในแนวราบ(เรนจ์) มีสมการคือ

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

- การกระจัดในแนวดิ่ง หรือความสูง มีสมการคือ

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

- เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด มีสมการคือ

$$t = \frac{2u \sin \theta}{g}$$

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u>

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
2. ครูให้นักเรียนช่วยกันบอกปริมาณต่าง ๆที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ (การกระจัดแนวราบ , การกระจัดแนวดิ่ง , เวลาที่ใช้)

<u>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น</u>

3. ครูสนทนาเกี่ยวกับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ที่นักเรียนช่วยกันบอกมา

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

4. ครูซักถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่า

- ทำอย่างไรวัตถุจึงจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด
- เมื่อใดการกระจัดจะเป็นศูนย์
- ที่ตำแหน่งใดความเร็วจะเป็นศูนย์

5. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและอธิบายการทำกิจกรรม การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบฝึกหัด

ขั้นเรียนกลุ่มย่อย

6. ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ 2 เรื่อง ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

7. ครูอธิบายเพิ่มเติม และยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากใบความรู้ 2

ตัวอย่างที่ 1 จะต้องยิงโพรเจคไทล์ทำมุมเท่าใดกับพื้นระดับ จึงจะทำให้ได้ระยะสูงสุดตามแนวดิ่งเท่ากับระยะไกลสุดหรือเรนจ์ตามแนวราบ

วิธีทำ ระยะสูงสุดของโพรเจคไทล์หาจาก $h = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$

การกระจัดตามแนวราบ(เรนจ์ ; R) หาจาก $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

โจทย์ต้องการ $h = R$

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

$\tan\theta = 4$

$\therefore \quad \theta = \tan^{-1}(4)$

หรือ $\theta = 76$ องศา

ตอบ ต้องยิงโพรเจคไทล์ทำมุม $\tan^{-1}(4)$ หรือประมาณ 76 องศากับแนวระดับ

ตัวอย่างที่ 2 ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนพื้นราบ เขาขว้างลูกบอลขึ้นไปในอากาศ ลูกบอลลอยอยู่ในอากาศนาน 4.0 วินาที โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศ ถ้าลูกบอลไปได้ไกลในแนวระดับ 60 เมตร ความเร็วที่ใช้ขว้างลูกบอลมีค่าเท่าไร

วิธีทำ หาระยะไกลสุดตามแนวระดับ จาก

$$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{2(u\sin\theta)(u\cos\theta)}{g} \quad \text{---------- (1)}$$

เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ หาจาก

$$t = \frac{2u\sin\theta}{g} \qquad \text{---------- (2)}$$

แทนค่า $4 = \frac{2u\sin\theta}{10}$

$\therefore \quad u\sin\theta = 20$ m/s

จากสมการ (1) ÷ (2) จะได้

$$\frac{R}{t} = u\cos\theta$$

$\therefore \quad u\cos\theta = \frac{60}{4} = 15$ m/s

หาความเร็วต้นได้จาก

$$u = \sqrt{u^2\sin^2\theta + u^2\cos^2\theta}$$

$$u = \sqrt{(20)^2 + (15)^2}$$

$= 25$ m/s

ตอบ ความเร็วที่ใช้ในการขว้างลูกบอลเท่ากับ 25 เมตรต่อวินาที

8. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 2 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

9. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 2 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม

10. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการติดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

ขั้นสรุป

11. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ว่า

- การกระจัดในแนวราบ(เรนจ์) มีสมการคือ $R = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$

- การกระจัดในแนวดิ่ง หรือความสูง มีสมการคือ $h = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}$

- เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด มีสมการคือ $t = \frac{2u\sin\theta}{g}$

ขั้นฝึกทักษะ

12. นักเรียนรับใบงาน 2 เรื่องปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้ อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

13. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

14. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 2 เรื่องปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ ไปทำเป็นการบ้าน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 2 เรื่องปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
2. ใบความรู้ 2 เรื่องปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
3. ใบงาน 2 เรื่องปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
4. แบบฝึกหัด 2 เรื่องปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์
5. แบบทดสอบย่อย 2 เรื่องปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

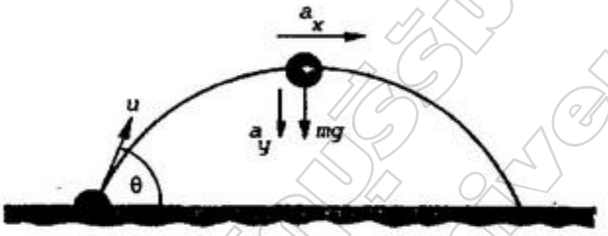
การวัดและการประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน - แบบฝึกหัด - ใบกิจกรรม	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

ใบความรู้ที่ 2 ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

เงื่อนไขการเคลื่อนที่แบบวิธีโค้ง การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิธีโค้งประกอบด้วยการเคลื่อนที่ 2 แนวพร้อมกัน คือแนวราบ แนวดิ่ง ซึ่งแต่ละแนวมีเงื่อนไขการเคลื่อนที่ดังนี้

1. การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ ในขณะที่วัตถุอยู่ในอากาศจะมีเฉพาะแรงดึงดูดของโลก (mg) ในแนวดิ่งเท่านั้นที่กระทำต่อวัตถุ ดังนั้นแรงในแนวราบที่กระทำกับวัตถุจึงมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum F_x = 0$)



จากรูปที่ 1 ขว้างวัตถุอันหนึ่งด้วยความเร็วต้น u ทำมุม θ กับแนวระดับทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบวิธีโค้ง

พิจารณาแรงกระทำในแนวราบ $\sum F_x = ma_x$

จากรูป แรงในแนวราบ $\sum F_x = 0$

$\therefore$ แทนค่าจะได้ $0 = ma_x$, $a_x = 0$

แสดงว่าการเคลื่อนที่ของแบบวิธีโค้งวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วในแนวราบคงที่ดังนั้นสมการการเคลื่อนที่ในแนวราบคือ $S_x = U_x t$

โดย S_x = การกระจัดแนวราบ , U_x = ความเร็วแนวราบ = $u\cos\theta$

t = เวลาของการเคลื่อนที่

2 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวดิ่ง จากรูปที่ 14.3 จะเห็นว่าขณะที่วัตถุอยู่ในอากาศจะมีเฉพาะแรง mg ในแนวดิ่งเท่านั้นที่กระทำต่อวัตถุดังนั้นจะได้ $\sum F_Y = mg$

พิจารณาแรงในแนวดิ่ง จาก $\sum F_Y = ma_Y$

จากรูป แรงในแนวดิ่ง $\sum F_Y = mg$

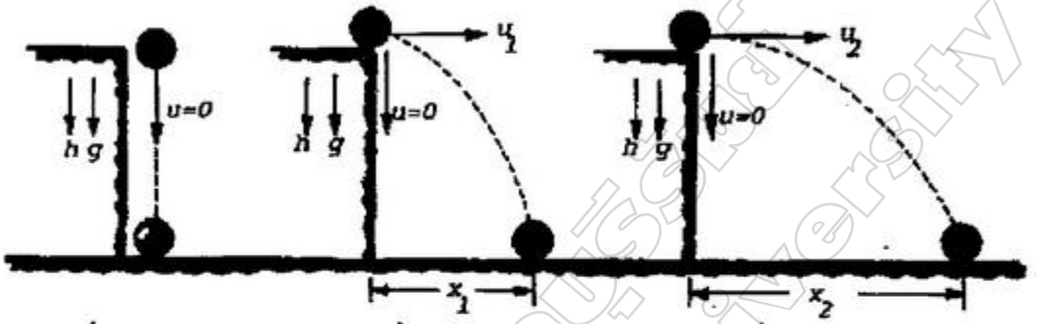
$\therefore$ แทนค่า $mg = ma_Y$ จะได้ $a_Y = g$

แสดงว่าการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิธีโค้งวัตถุเคลื่อนที่ในดิ่งด้วยความเร่งเท่ากับ g จึงเป็นการเคลื่อนของวัตถุแบบของวัตถุภายใต้แรงดึงดูดของโลก ดังนั้นสมการการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งคือ 1. $V = u + gt$ 2. $V^2 + 2gh$

3. $h = ut + \frac{1}{2} gt^2$ 4. $H = (\frac{u+v}{2}) t$

ข้อควรจำ ในการคำนวณการเคลื่อนที่แบบวิธีโค้ง เราจำเป็นต้องทราบรายละเอียดต่อไปนี้

1. วัตถุเคลื่อนจากระดับความสูงเดียวกันโดยมีความเร็วต้น ในแนวดิ่งเท่ากันจะตกถึงพื้นดินในเวลาเท่ากัน ดังรูป



รูปที่ 14.4 (a) **รูปที่ 14.4 (b)** **รูปที่ 14.4 (c)**

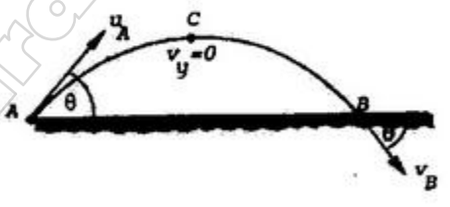
รูป 2 (a) ปล่อยวัตถุตกลงมา

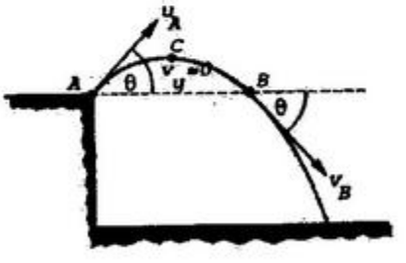
รูป 2 (b) กลิ้งวัตถุตกจากที่สูงด้วยความเร็วต้นแนบราบ u_1 ตกถึงพื้นห่าง X_1

รูป 2 (c) กลิ้งวัตถุตกจากที่สูงด้วยความเร็วต้นแนวราบ u_2 ตกถึงพื้นห่าง X_2

เนื่องจากการเคลื่อนในแนวดิ่งของวัตถุทั้งสามรูปมีข้อมูลในแนวดิ่งเท่ากันคือ $u = 0$, $g = g$, $h = h$ ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการ $h = ut + \frac{1}{2} gt^2$ จะคำนวณหาค่า t ได้เท่ากัน **จึงสรุปได้ว่าเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งสามรูปเท่ากัน**

2. ณ ระดับเดียวกันอัตราเร็วขาขึ้นเท่ากับอัตราเร็วขาลง และเวลาขาขึ้นเท่ากับเวลาขาลง





รูปที่ 3 (a) ปาวัตถุจากพื้นดิน รูปที่ 3 (b) ปาวัตถุจากหน้าผา

จากรูป 3 (a) และ 3 (b) จะได้ $u_A = V_b$ ทำมุม θ กับแนวระดับเท่ากันเวลาที่เคลื่อนที่จาก $A \longrightarrow C$ เท่ากับเวลาที่เคลื่อนที่จาก $C \longrightarrow B$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แนวราบและแนวดิ่งมีเวลา t เป็นตัวรวมเพราะการกระจัดแนวราบและแนวดิ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน

3 การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิธีโค้ง เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการคำนวณเราสามารถจัดขั้นตอนการคำนวณเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

1. ให้สังเกตรูปการเคลื่อนที่ของวัตถุพร้อมทั้งกำหนดจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ตามข้อมูลที่โจทย์ต้องการ

2. ที่จุดเริ่มต้นแยกความเร็วเป็น 2 แนวคือ

แนวราบ $u_x = u\cos\theta$ และแนวดิ่ง $u_y = u\sin\theta$

3. ให้ตรวจสอบการคำนวณจากสมการแนวราบ และแนวดิ่งถ้าแนวดิ่งไหนมีข้อมูลครบให้คำนวณจากแนวนั้น

4. ถ้าทั้งแนวราบและแนวดิ่งมีข้อมูลไม่ครบให้สร้างสมการการเคลื่อนที่ทั้ง 2 แนว โดยมีเวลา (t) เป็นตัวร่วมแล้วแก้สมการหาค่าที่ต้องการ

5. ความเร็วขณะใดๆ ของการเคลื่อนที่จะต้องประกอบด้วยความเร็วแนวราบและดิ่งเสมอซึ่งมีขนาดดังนี้

ขนาด $V = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

ทิศทาง $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x}$

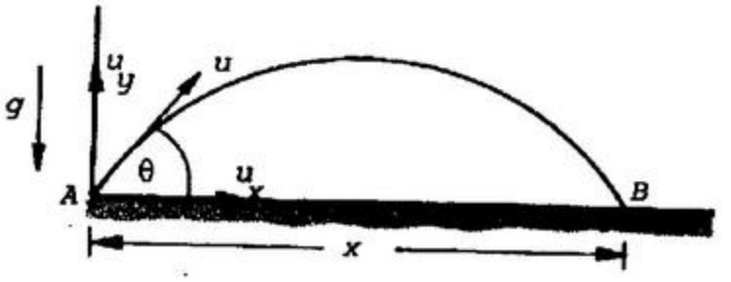
ข้อสังเกต ในการเลือกจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ให้พยายามเลือกจุดคู่ที่ทราบการกระจัดทั้งแนวราบและแนวดิ่งหรือจุดคู่ที่มีความสัมพันธ์ของการกระจัด หรือจุดคู่ที่ทราบข้อความมากที่สุดออกมาพิจารณา

4 การหาระยะทางแนวราบที่ไกลที่สุดของการเคลื่อนที่วิธีโค้ง

กำหนดให้ ปาวัตถุด้วยความเร็วต้น u จากพื้นดิน ทำมุม θ กับแนวระดับวัตถุตกถึงพื้นห่างจากจุดเริ่มต้น เท่ากับ X ต้องการหามุม θ ที่ทำให้ได้ระยะ X มากที่สุด

วิธีทำ คำนวณหาค่า X ตามขั้นตอนที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3

1. วาดรูปการเคลื่อนที่พร้อมทั้งกำหนดจุดต้นและจุดท้ายคือ A และ B



2. ที่จุด A แยกความเร็ว 2 แนวคือ แนวราบ $u_x = u\cos\theta$,
แนวดิ่ง $u_y = u\sin\theta$

3. เนื่องจากแนวราบไม่รู้เวลาจึงหา X ไม่ได้ ดังนั้นจึงพิจารณาการเคลื่อนที่แนวดิ่ง

พิจารณาการเคลื่อนที่ A→B แนวดิ่ง

จาก โจทย์ $U_y = u\sin\theta$, $g = -g$, $h = 0$, $t = ?$

จาก $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$ จะได้ $0 = (u\sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$

$$t = \frac{2u\sin\theta}{g} \quad \text{--------} \quad 1$$

พิจารณาการเคลื่อนที่ A→B แนวราบ

จาก $S_x = U_x t$ จะได้ $X = (u\cos\theta)\left(\frac{2u\sin\theta}{g}\right)$

$$X = \frac{u^2\sin 2\theta}{g} \quad \text{-------} \quad 2$$

จากสมการ 2 X จะมีค่ามากที่สุดเมื่อ $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุด = 1

$$\sin 2\theta = 1$$

$$\sin 2\theta = \sin 90^0$$

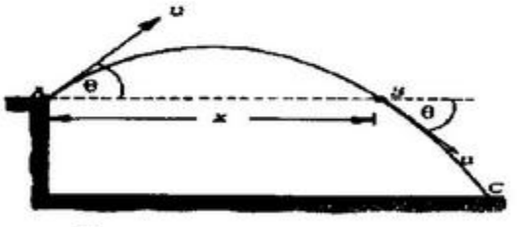
$$2\theta = 90^0;$$

$$\theta = \frac{90^0}{2} = 45^0$$

แสดงว่าการขว้างวัตถุให้ตกในระยะแนวราบไกลที่สุด มุมของความเร็วต้นจะต้องเท่ากับ 45^0

สรุป การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวิธีโค้งจะได้ การกระจัดแนวราบ ณ ระดับเดียวกัน

$X = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$ ดังรูป



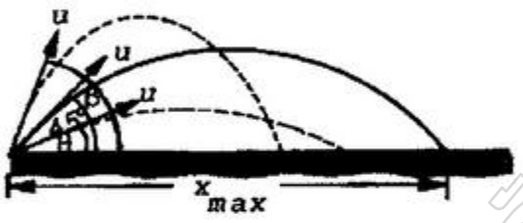
u = ความเร็วต้น, g = ความเร่งของโลก, θ = มุมที่ความเร็วต้นทำกับแนวระดับ

เงื่อนไขการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร็วต้นทำมุม 45^0 กับแนวระดับ

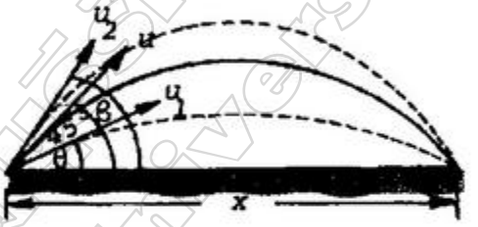
แยกการพิจารณาเป็น 2 แบบ

1. ถ้าต้องการขว้างวัตถุให้ตกในระยะแนวราบไกลที่สุด แสดงว่าความเร็วต้นของการขว้างจะต้องทำมุม 45^0 กับแนวราบ ดังรูป 4 (a)

2. ถ้าต้องการขว้างวัตถุให้วัตถุถึงที่หมาย โดยใช้ความเร็วต้นน้อยที่สุดแสดงว่าความเร็วต้นจะต้องทำมุม 45^0 กับแนวระดับ ดังรูป 4 (b)



รูปที่ 4 (a)



รูปที่ 4 (b)

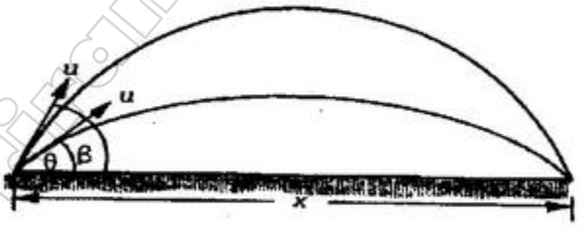
ระยะตกไกลสุดเมื่อ u ทำมุม $\theta = 45^0$ ระยะตกถึงที่หมายโดย u น้อยที่สุดเมื่อ $\theta = 45^0$

จากรูป 4 (a) X_{max} เมื่อ u ทำมุม 45^0 กับแนวระดับ

จากรูป 4 (b) $u_2 \rangle u_1 \rangle u$

ถ้า $\theta + \beta = 90^0$ **จะได้การกระจัดแนวราบมีค่าเท่ากัน** ดังรูป

ขว้างวัตถุด้วยความเร็วต้น u ทำมุม θ และ β กับแนวระดับ โดยมุมทั้งสองรวมกันเท่ากับ 90^0 วัตถุไปถึงพื้นระดับห่างจากจุดเริ่มต้นเท่ากับ X



รูปที่ 5 การกระจัดแนวราบเท่ากันเมื่อ $\theta + \beta = 90^0$

พิสูจน์ จากการกระจัดแนวราบ $X = \dfrac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

ถ้า $\theta = \theta$ จะได้ $X_1 = \dfrac{u^2 \sin 2\theta}{g}$ ------- 1

ถ้า $\theta = \beta$ จะได้ $X_2 = \frac{u^2 \sin 2\beta}{g}$ ------ 2

แต่ $\theta + \beta = 90^0$ $\therefore$ $\beta = 90^0 - \theta$

แทนค่าใน 2 $X_2 = \frac{u^2 \sin 2\langle 90^0 - \theta \rangle}{g}$

$X_2 = \frac{u^2 \sin\langle 180^0 - 2\theta \rangle}{g}$

$X_2 = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$ ------- 3

จะได้ 1 = 3 นั้นคือการกระจัดแนวราบ $X_1 = X_2$

แสดงว่าถ้า $\theta + \beta = 90^0$ แล้วจะได้การกระจัดแนวราบเท่ากัน

ตัวอย่างที่ 1. ปืนกระบอกหนึ่งสามารถยิงกระสุนได้ไกลที่สุด 250 เมตร จงหาว่าถ้าต้องการยิงทำมุม 37^0 จะยิงให้กระสุนไปได้ไกลกี่เมตร

วิธีทำ จาก $X \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$ จากโจทย์ $X_{max} = 250\,m$, $\theta = 45^0$, $g = 10$, $u = ?$

แทนค่า $250 = \frac{u^2 \sin\langle 2 \times 45^0 \rangle}{10}$

$u^2 = 2500$;

$u = 50$ m/s

ถ้า $u = 50$, $\theta = 37^0$, $X = ?$

แทนค่า; $X = \frac{50^2 \sin\langle 2 \times 37^0 \rangle}{10}$

$X = \frac{2500}{10} \quad (2\sin 37^0 \cos 37^0)$

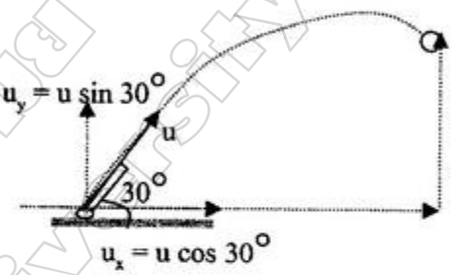
$X = 250 \times 2 \times \frac{3}{5} \times \frac{4}{5} v = 240$ m

$\therefore$ ถ้ายิงกระสุนทำมุม 37^0 จะตกไกล 240 เมตร ตอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirum Rajabhat University

ใบงาน 2

1. เครื่องยิงกระสุน ยิงกระสุนที่มีมวล 200 กรัม ด้วยความเร็วต้น 100 เมตรต่อวินาที ทำมุม 30 องศากับแนวระดับ หลังจากนั้น 6 วินาที กระสุนจะอยู่สูงจากพื้นระดับ และ ไกลจากตำแหน่งยิงวัดในแนวระดับเท่าใด



วิธีทำ หากระสุนอยู่สูงจากพื้นระดับ

จาก $S_y = u_y t + \frac{1}{2} gt^2$

$S_y = u \sin 30^\circ t + \frac{1}{2} gt^2$

$S_y = (\ldots\ldots)(\ldots\ldots)(\ldots\ldots) + \frac{1}{2}(-10)(\ldots\ldots)^2$

S_y = ... เมตร **ตอบ**

หาตำแหน่งที่ไกลจากจุดยิงในแนวระดับ

จาก $S_x = u_x t$

$S_x = u \cos 30^\circ t$

$S_x = (\ldots\ldots)(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)$

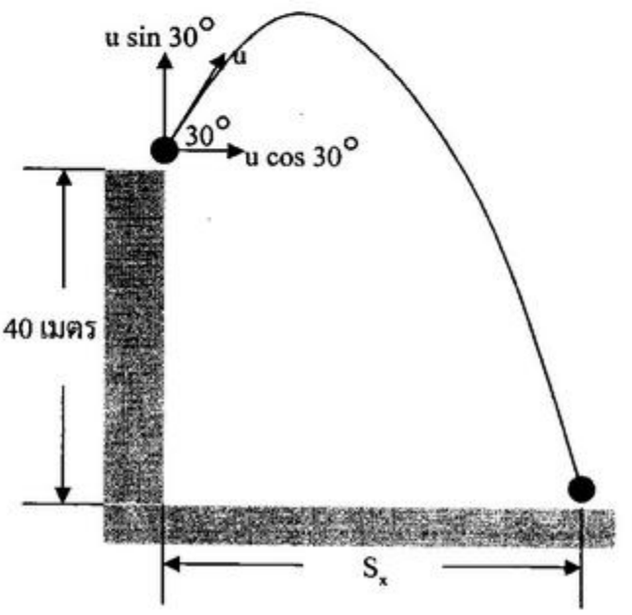
S_x = ... เมตร **ตอบ**

2. ขว้างก้อนหินจากหน้าผาสูง 40 เมตร ทำมุมเงย 30° กับแนวระดับด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที จงหาว่า

ก. นานเท่าไรก้อนหินจึงจะตกถึงพื้นล่าง

ข. ก้อนหินตกห่างจากตีนหน้าผาเท่าไร

ค. ก้อนหินขึ้นไปได้สูงสุดจากพื้นเท่าไร



วิธีทำ หา $u_x = u \cos 30^\circ$

$u_x = (\ldots\ldots)(\ldots\ldots)$

u_x = ... m/s

$u_y = u \sin 30^\circ$

$u_y = (\ldots\ldots)(\ldots\ldots)$

u_y = ... m/s

ก. หาเวลาที่ก้อนหินลอยอยู่ในอากาศจนตกถึงพื้น จาก

$$S_y = u_y t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$(\ldots\ldots) = (\ldots\ldots)t + \frac{1}{2}(-10)t^2$$

$$(\ldots..)t^2 - (\ldots.)t - (\ldots.) = 0$$

t = ... วินาที ตอบ

ข. หาระยะที่ก้อนหินตกห่างจากตีนหน้าผา

จาก $S_x = u_x t$

S_x = (.....)(.....) = ... เมตร ตอบ

ค. หาว่าก้อนหินสูงจากพื้นสูงสุดกี่เมตร

จาก $v_y^2 = u_y^2 + 2gS_y$

$(\ldots.)^2 = (\ldots..)^2 + 2(\ldots..)S_y$

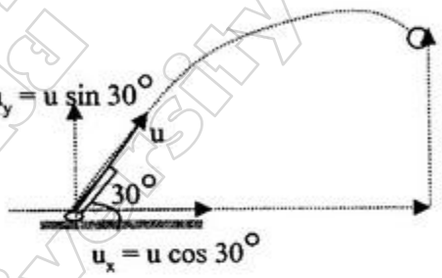
S_y = ... เมตร

ก้อนหินขึ้นไปได้สูงสุดจากพื้น = 40 + ... = ... เมตร ตอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยใบงาน 2

1. เครื่องยิงกระสุน ยิงกระสุนที่มีมวล 200 กรัม ด้วยความเร็วต้น 100 เมตรต่อวินาที ทำมุม 30 องศากับแนวระดับ หลังจากนั้น 6 วินาที กระสุนจะอยู่สูงจากพื้นระดับ และ ไกลจากตำแหน่งยิงวัดในแนวระดับเท่าใด



วิธีทำ หากระสุนอยู่สูงจากพื้นระดับ

จาก $S_y = u_y t + \frac{1}{2} gt^2$

$S_y = u \sin 30^\circ t + \frac{1}{2} gt^2$

$S_y = (100)(0.5)(6) + \frac{1}{2}(-10)(6)^2$

$S_y = 120$ เมตร **ตอบ**

หาตำแหน่งที่ไกลจากจุดยิงในแนวระดับ

จาก $S_x = u_x t$

$S_x = u \cos 30^\circ t$

$S_x = (100)(0.87)(6)$

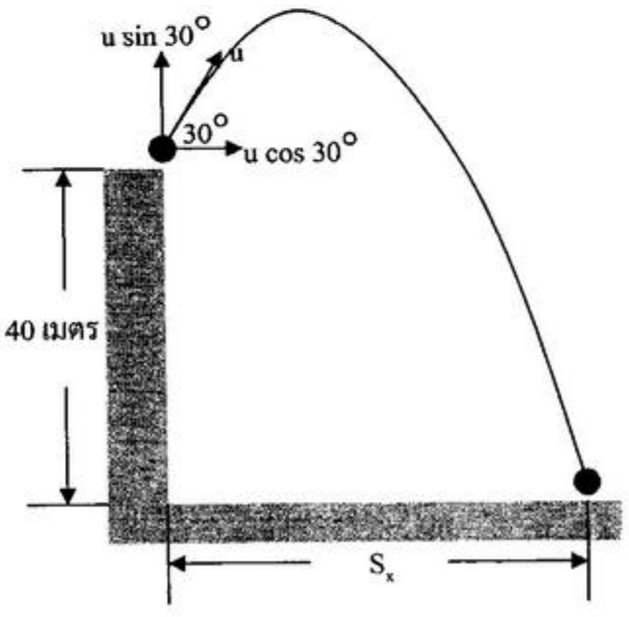
$S_x = 522$ เมตร **ตอบ**

2. ขว้างก้อนหินจากหน้าผาสูง 40 เมตร ทำมุมเงย 30° กับแนวระดับด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที จงหาว่า

ก. นานเท่าไรก้อนหินจึงจะตกถึงพื้นล่าง

ข. ก้อนหินตกห่างจากตีนหน้าผาเท่าไร

ค. ก้อนหินขึ้นไปได้สูงสุดจากพื้นเท่าไร



วิธีทำ หา $u_x = u \cos 30^\circ$

$u_x = (20)(0.87)$

$u_x = 17.4$ m/s

$u_y = u \sin 30^\circ$

$u_y = (20)(0.5)$

$u_y = 10.0$ m/s

ก. หาเวลาที่ก้อนหินลอยอยู่ในอากาศจนตกถึงพื้น จาก

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

$$(40) \quad = (10)t + \frac{1}{2}(-10)t^2$$

$$(5)t^2 - (10)t - (40) = 0$$

$$t = 4 \text{ วินาที} \qquad \text{ตอบ}$$

ข. หาระยะที่ก้อนหินตกห่างจากตีนหน้าผา

จาก $S_x = u_x t$

$S_x = (17.4)(4) = 69.6$ เมตร ตอบ

ค. หาว่าก้อนหินสูงจากพื้นสูงสุดกี่เมตร

จาก $v_y^2 = u_y^2 + 2gS_y$

$(0)^2 = (10)^2 + 2(-10)S_y$

$S_y = 5$ เมตร

ก้อนหินขึ้นไปได้สูงสุดจากพื้น $= 40 + 5 = 45$ เมตร ตอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirarm Rajabhat University

แบบฝึกหัด 2

1. ขว้างก้อนหินออกไปทำมุม 30 องศากับแนวระดับ ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที กำหนดให้ g = 10 m/s^2 จงหา ก. นานเท่าใดก้อนหินตกถึงพื้นดิน

   ข. ก้อนหินขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด

   ค. ก้อนหินตกไกลสุดจากจุดขว้างเท่าใด

2. วัตถุก้อนหนึ่งถูกยิงในแนวทำมุม 45 องศากับแนวระดับ พบว่า ณ ตำแหน่งสูงสุดวัตถุนี้มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาว่า

   ก. วัตถุขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด

   ข. วัตถุตกไปไกลจากจุดยิงเท่าใด

3. ยิงจรวดขวดน้ำขึ้นจากพื้นหน้าผาสูง 80 เมตร ด้วยความเร็วระดับหนึ่งและทำมุม 37 องศากับแนวระดับ โดยจุดยิงห่างจากขอบหน้าผา 240 เมตร พบว่าจรวดขวดน้ำเฉียดขอบหน้าผาพอดี จงหา

   ก. ความเร็วของจรวดขวดน้ำ

   ข. จรวดขวดน้ำตกถึงพื้นห่างจากตีนหน้าผากี่เมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบฝึกหัด 2

1. ก. (2 วินาที)

   ข. (5 เมตร)

   ค. (34.64 เมตร)

2. ก. (5 เมตร)

   ข. (20 เมตร)

3. ก. (50 m/s)

   ข. (80 m)

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 2

1. ชายคนหนึ่งเตะฟุตบอลจากพื้นดินด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาทีในทิศทำมุม 60^0 กับแนวระดับจงหาความเร็วที่จุดสูงสุด

ก. ศูนย์ ข. 5 เมตร/วินาที ค. $5\sqrt{3}$ เมตร/วินาที ง. 10 เมตร/วินาที

2.จากข้อ 1 ลูกบอลอยู่ในอากาศนานเท่าใด

ก. $\frac{3}{2}$ วินาที ข. 3 วินาที ค. $\sqrt{3}$ วินาที ง. 5วินาที

3. เครื่องบินลำหนึ่งจอดนิ่งในแนวระดับสูงจากพื้นดิน 500 เมตร ลูกระเบิดลงมา อยากทราบว่าลูกระเบิดถึงพื้นดินมีความเร็วเท่าใด

ก. 100 เมตร/วินาที ข. 200 เมตร/วินาที ค. ศูนย์ ง. 50 เมตร/วินาที

4. วัตถุก้อนหนึ่งตกจากหน้าผาถึงพื้นดินกินเวลาเท่ากับ t วัตถุอีกก้อน หนึ่งเคลื่อนที่จากหน้าผาในแนวราบหล่นถึงพื้นดินจะกินเวลาเท่ากับ

ก. t ข. 2t ค. $\frac{t}{2}$ ง. $\sqrt{2t}$

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5 – 7

นักฟุตบอลคนหนึ่งต้องเตะลูกบอลเข้ามุมบนของประตู ดังรูป เขาต้องยิงลูกทำมุม 60^0 กับพื้น

5. ลูกบอลควรมีความเร็วต้นเท่าใด

ก. 17.2 m/s ข. 14.5 m/s ค. 11.6 m/s ง. 8.7 m/s

6. ลูกบอลเคลื่อนที่ขึ้นได้สูงสุดเท่าใด

ก. 2.84 m ข. 5.05 m ค. 7.88 m ง. 11.1 m

7. ลูกบอลใช้เวลาเท่าไรในการเคลื่อนที่นับแต่ถูกเตะจนถึงประตู

ก. 1.72 s ข. 1.38 s ค. 1.16 s ง. 0.87 s

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8 - 9

ปืนใหญ่มวล 200 kg อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 100 m ยิงลูกปืนมวล 1 kg ออกไปด้วยความเร็วต้น 100 m/s ทำมุมเงย 45 องศากับแนวระดับเมื่อลูกปืนกระทบพื้นน้ำ

8. ลูกปืนอยู่ในอวกาศนานเท่าไร

ก. 1.3 S ข. 7.07 S ค. 14.14 S ง. 15.44 S

9. จุดตกอยู่ห่างจากหน้าผา

ก. 544 m ข. 707 m ค. 919 m ง. 1092 m

10. ยิงอนุภาคจากพื้นทำมุมเงย θ ด้วยอัตราเร็ว U อนุภาคกลับถึงพื้นระดับเดียวกับจุดยิงด้วยค่ามุมและอัตราเร็วดังข้อใด

	ค่ามุม	อัตราเร็ว		ค่ามุม	อัตราเร็ว
ก.	$\theta/2$	u	ข.	$\theta/2$	u/2
ค.	θ	u	ง.	2θ	u/2

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 2

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความหมายและบอกลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีวงกลม อัตราเร็วและมวลของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอเป็นการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ โดยมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางและตั้งฉากกับทิศของความเร็วเสมอ ความสัมพันธ์แสดงได้ดังสมการ

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

หรือ

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

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u>

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลม และให้นักเรียนยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมที่นักเรียนเคยพบ เช่น การเคลื่อนที่ของล้อรถ การแกว่งถังน้ำ เป็นต้น

<u>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น</u>

2. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสาธิตการแกว่งถังน้ำที่มีน้ำอยู่ให้เป็นวงกลม

3. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่าเพราะเหตุใดเมื่อแกว่งถังที่ใส่น้ำเป็นวงกลมแล้วน้ำไม่หก

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา Banmuang Rajabhat University

4. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและอธิบายการทำกิจกรรม การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบฝึกหัด

<u>ขั้นเรียนกลุ่มย่อย</u>

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านคำสั่งในใบกิจกรรม 3 และทำงานร่วมกันตามคำสั่ง โดยนักเรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มได้

7. นักเรียนร่วมกันตรวจผลงานของสมาชิกภายในกลุ่ม สมาชิกที่ยังไม่เข้าใจหรือยังทำไม่ได้ตามคำสั่ง ให้เพื่อนที่เข้าใจอธิบายให้ฟัง หากยังไม่เข้าใจจึงแจ้งครูเพื่อให้ครูอธิบายให้ฟัง

8. ครูสุ่มตัวแทนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง

9. ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ 3 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

10. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 3 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

11. ครูอธิบายเพิ่มเติมและยกตัวอย่างนอกเหนือจากใบความรู้ 3

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลม รัศมี 16.0 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 40.0 เมตร/วินาที

<u>วิธีทำ</u> หาความเร่งสู่ศูนย์กลาง จาก $a_c = \frac{v^2}{R}$

แทนค่า $a_c = \frac{(40)^2}{16}$

จะได้ $a_c = 100\ m/s^2$

<u>ตอบ</u> ความเร่งสู่ศูนย์กลางมีค่าเท่ากับ 100 เมตรต่อวินาที^{2}

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> ลูกยางกลมลูกหนึ่งถูกผูกไว้ด้วยเชือก แล้วแกว่งให้เคลื่อนที่ตามแนววงกลมรัศมี 1.30 เมตร ด้วยความถี่ 5 รอบ/วินาที จงคำนวณหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของลูกยางนี้

<u>วิธีทำ</u> จาก $a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

และ $\omega = 2\pi f$

ดังนั้น $a_c = 4\pi^2 f^2 R$

แทนค่า $a_c = 4)(3.14)^2(5)^2(1.3)$

$= \quad 1.28 \times 10^3 \ m/s^2$

ตอบ ความเร่งสู่ศูนย์กลางมีค่าเท่ากับ 1.28×10^3 เมตร/วินาที^{2}

ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

13. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 3 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม

14. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการคิดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

ขั้นสรุป

15. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ว่า

- การเคลื่อนที่แบบวงกลมมีอัตราเร็วคงตัว แต่ความเร็วเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามทิศของการเคลื่อนที่
- การเคลื่อนที่แบบวงกลมมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางและตั้งฉากกับทิศของความเร็วเสมอ
- สมการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับเคลื่อนที่แบบวงกลม ได้แก่

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

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

ขั้นฝึกทักษะ

16. นักเรียนรับใบงาน 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้ อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

17. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

18. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมไปทำเป็นการบ้าน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 3 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. ใบความรู้ 3 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
3. ใบงาน 3 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
4. แบบฝึกหัด 3 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
5. แบบทดสอบย่อย 3 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม
6. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การทำกิจกรรม

การวัดและการประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน - แบบฝึกหัด - ใบกิจกรรม	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

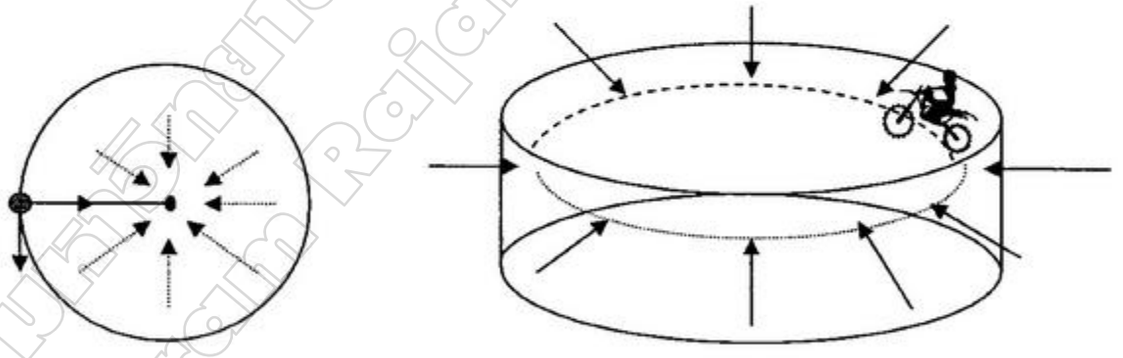
ใบความรู้ที่ 3 เรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม

การเคลื่อนที่แบบวงกลม

วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แสดงว่ามีแรงกระทำในทิศแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ไม่ว่าจะมีทิศทางเดียวกัน หรือตรงกันข้ามผลจะทำให้การเคลื่อนที่นั้นเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลง โดยแนวการเคลื่อนที่จะอยู่ในแนวเดิม (เส้นตรง)

วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบโพรเจกไทล์ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุนั้นในแนวทำมุมใดๆกับการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

แต่ถ้าวัตถุใดมีแรงกระทำต่อวัตถุนั้นในทิศทำมุม 90 องศากับทิศการเคลื่อนที่นั้น ผลจะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบวงกลม วัตถุที่ถูกผูกด้วยเชือกแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม เราจะต้องออกแรงดึงเชือกไว้ตลอดเวลา แรงนี้จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางคือตำแหน่งที่เราจับเชือกไว้ หรือ การขับรถจักรยานยนต์ไต่ถังเป็นวงกลม จะมีแรงจากผนังกระทำต่อรถจักรยานยนต์ตลอดเวลาในทิศตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ และแรงจากผนังที่กระทำต่อรถจักรยานยนต์จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง จึงเรียกแรงนี้ว่าแรงสู่ศูนย์กลาง ($\vec{F}_c$) ดังรูป 1.



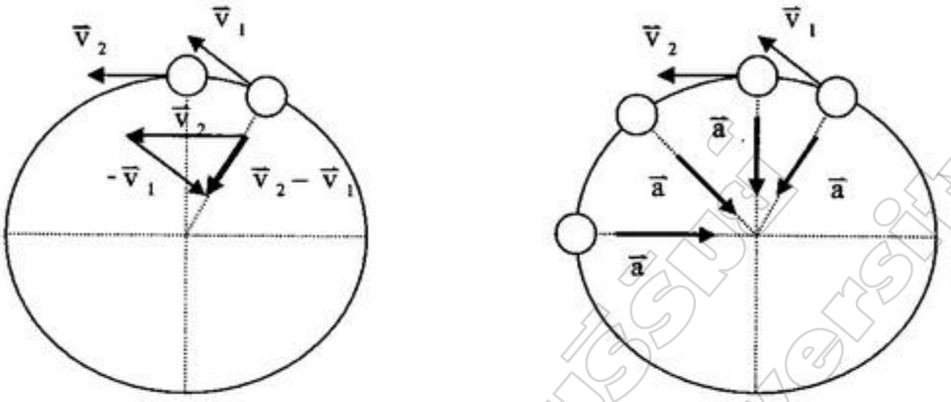
รูป 1. วัตถุที่ถูกแกว่งเป็นวงกลม และ รถจักรยานยนต์ไต่ถัง

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน วัตถุจะเปลี่ยนไปจากสภาพเดิม เมื่อมีแรงที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ แสดงว่าแรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบวงกลมจะต้องเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดังนั้นสมการของแรงสู่ศูนย์กลางจะได้ดังนี้

จาก $\quad \sum \vec{F} = m\vec{a}$

จะได้ $\quad \vec{F}_c = m\vec{a}$

ความเร่งที่เกิดขึ้นกับวัตถุจะมีขนาดและทิศทางเท่าไร และอย่างไร



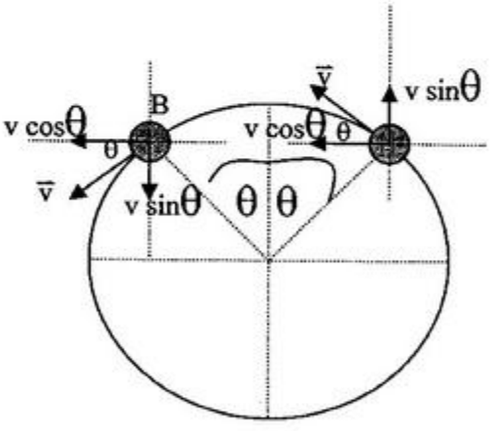
รูป 2. แสดงทิศของความเร่งของวัตถุ ที่เคลื่อนที่แบบวงกลม

จากรูป 2. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว($\vec{v}_2 - \vec{v}_1$)ในช่วงเวลา t จะเกิดความเร่งของวัตถุขึ้น โดยความเร่งจะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางตลอดการเคลื่อนที่ จึงเรียกความเร่งนี้ว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ($\vec{a}_c$)

จะได้ $\vec{F}_c = m\vec{a}_c$

ขนาดของความเร่ง $\vec{a}_c$ จะหาได้ดังนี้

จากรูป 2. วัตถุมวล m กำลังเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งแบบวงกลม ด้วยความเร็ว $\vec{v}$ ณ ตำแหน่ง A และตำแหน่ง B มีขนาดความเร็ว v เท่ากัน



รูป 3 แสดงองค์ประกอบของความเร็ว

ใช้เวลา t

รัศมีความโค้งของการเคลื่อนเป็น R

ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้คือ $S = 2\theta R$

จาก $v = \frac{S}{t} = \frac{2\theta R}{t}$

$t = \frac{2\theta R}{v}$

จาก $a = \frac{\Delta v}{t}$

จากรูป 3. ในแนวแกน x จะไม่เกิดความเร่ง เนื่องจาก ขนาดและทิศทางของความเร็วไม่เปลี่ยนแปลง

แต่ในแนวแกน y จะเกิดความเร่งเนื่องจากทิศทางของความเร็วเปลี่ยนไป จะได้

$$a = \frac{(v\sin\theta - (-v\sin\theta))}{\frac{2\theta R}{v}} = \frac{(2v\sin\theta)(v)}{2\theta R}$$

$$a = \frac{v^2\sin\theta}{R\theta}$$, เมื่อ θ เป็นมุมเล็กมากๆ จะได้ $\sin\theta = \theta$

จะได้ $$a = \frac{v^2}{R}$$ .....*****

เมื่อ θ เป็นมุมเล็กมากๆ จะได้ ความเร่ง a ที่เกิดขึ้นจะอยู่ในแนวแกน y และมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง ดังนั้นความเร่งนี้จึงเป็นความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง $\bar{a}_c$

จะได้ $$\bar{a}_c = \frac{v^2}{R}$$ .....*****

จะได้ $$\bar{F}_c = m\bar{a}_c$$

$$\bar{F}_c = \frac{mv^2}{R}$$ .....*****

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

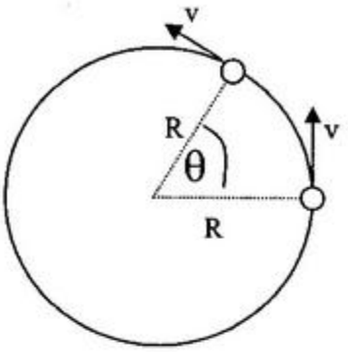
เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นคือ อัตราเร็ว (v) หรือ ความเร็ว ($\bar{v}$) ของวัตถุนั้น และการเคลื่อนที่ในแนวเชิงเส้น หรือ เรียกว่าอัตราเร็วเชิงเส้นหรือความเร็วเชิงเส้น เมื่อวัตถุใดมีการเคลื่อนที่รอบตำแหน่งใดๆ เช่นการเคลื่อนที่แบบวงกลม การแกว่งของลูกตุ้ม หรือการสั่นของสปริง การเคลื่อนที่นั้นจะทำให้ระยะทางของวัตถุเปลี่ยนไปแล้ว มุมที่เทียบกับตำแหน่งนั้นก็จะเปลี่ยนไปด้วย การเคลื่อนที่ในลักษณะที่ทำให้มุมเปลี่ยนไปนี้เรียกว่า เกิดอัตราเร็วเชิงมุมหรือความเร็วเชิงมุม ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีอัตราเร็วเชิงมุมและความเร็วเชิงมุมมาเกี่ยวข้องปริมาณนี้ในทางฟิสิกส์แทนด้วยสัญลักษณ์คือ ω (อ่านว่า โอเมก้า)
เราสามารถหาขนาดของอัตราเร็วเชิงมุมได้ดังนี้

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

เมื่อ ω คือ อัตราเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad /s)

θ คือ มุมที่เคลื่อนที่กวาดไปได้ มีหน่วยเป็น เรเดียน (rad)

t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น วินาที (s)



รูป 4. การเคลื่อนที่ในแบบวงกลม

ความถี่และคาบ

ความถี่ (f) ใช้กับการกระทำที่ซ้ำ หรือ ครบรอบ ในหนึ่งหน่วยเวลา

ความถี่ คือ จำนวนครั้ง หรือ จำนวนรอบ ในหนึ่งหน่วยเวลา

$$\text{ความถี่} = \frac{\text{จำนวนครั้ง (หรือจำนวนรอบ)}}{\text{เวลา}}$$ มีหน่วยเป็น ครั้ง (หรือรอบ)ต่อวินาที , (เฮิรตซ์)

$$f = \frac{n}{t}$$ มีหน่วยเป็น ครั้ง (หรือรอบ)ต่อวินาที เรียกหน่วยนี้ว่า เฮิรตซ์ , (Hz)

คาบ (T) ใช้กับ เวลา ในการกระทำสิ่งนั้นๆ หนึ่งครั้งหรือ หนึ่งรอบ

คาบ คือ เวลาที่ใช้ ในหนึ่งครั้งหรือหนึ่งรอบ

$$\text{คาบ} = \frac{\text{เวลาที่ใช้}}{\text{จำนวนครั้ง(หหรือจำนวรอบ)}}$$ มีหน่วยเป็น วินาที ต่อครั้ง (หรือรอบ), วินาที (s)

$$T = \frac{t}{n}$$ มีหน่วยเป็น วินาทีต่อครั้ง (หรือรอบ) เรียกหน่วยนี้ว่า วินาที (s)

ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และคาบ

จะได้ $f = \frac{1}{T}$ **หรือ** $T = \frac{1}{f}$

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω)

การเคลื่อนที่เป็นวงกลม ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้จะหาได้จาก

$$S = \theta R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เมื่อ S คือ ระยะทางตามแนวเส้นรอบวงที่เคลื่อนที่ได้ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

θ คือ มุมที่วัตถุเคลื่อนที่กวาดไปได้รอบจุดศูนย์กลาง มีหน่วยเป็น องศา หรือ เรเดียน

R คือ รัศมีของการเคลื่อนที่รอบจุดศูนย์กลาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

และจากสมการ $\omega = \frac{\theta}{t}$ ..... (2)

แทนค่า θ จากสมการ (1) ในสมการ (2)

จะได้ $\omega = \frac{S}{tR}$, เมื่อ ($v = \frac{S}{t}$)

จะได้ $\omega = \frac{v}{R}$

หรือ $v = \omega R$

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คาบ (T) และ ความถี่ (f)

จาก $\omega = \frac{\theta}{t}$

เมื่อมีการเคลื่อนที่ครบรอบ จะได้ $\theta = 2\pi$ และ $t = T$ เมื่อนำไปแทนค่าจะได้

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

หรือ $\omega = 2\pi f$

และจาก $v = \omega R$

จะได้ $v = \frac{2\pi}{T} R$

หรือ $v = 2\pi f R$

ตัวอย่าง โลกหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง และรัศมีของโลกเท่ากับ 6.37×10^6 เมตร จงคำนวณหา

ก. อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลก

ข. อัตราเร็วเชิงเส้น และขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลก

วิธีทำ

ก. หาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลก

จาก $\omega = \frac{2\pi}{T}$, เมื่อ $T = 24 \times 3600 =$ 86400 s

$$\omega = \frac{2 \times 3.142 \text{ rad}}{86400 \text{ s}} = 7.27 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

ตอบ อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลกเท่ากับ 7.27×10^{-5} เรเดียนต่อวินาที

ข. หาอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลก

จาก $v = \omega R$

$v = (7.27 \times 10^{-5} \text{ rad/s})(6.37 \times 10^{6} \text{ m})$

$v = 4.63 \times 10^{2} \text{ m/s}$

ตอบ อัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลกเท่ากับ 463 เมตรต่อวินาที

หาขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลก

จาก $a_c = \frac{v^2}{R}$ และ $v = \omega R$

จะได้ $a_c = \omega^2 R$

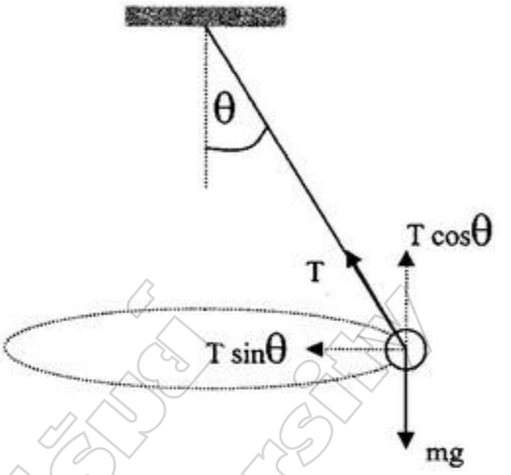
$a_c = (7.27 \times 10^{-5} \text{ rad/s})^2 (6.37 \times 10^{6} \text{ m})$

$a_c = 3.37 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$

ตอบ ขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่อยู่บนเส้นศูนย์สูตรของโลกเท่ากับ 3.37×10^{-2} เมตรต่อ(วินาที)^2

ตัวอย่าง ถ้าแกว่งเชือกยาว L ซึ่งมีวัตถุมวล m ผูกที่ปลายให้เคลื่อนที่แบบเพนดูลัมกรวย โดยให้แนวเส้นเชือกทำมุม θ กับแนวดิ่ง รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลมเท่ากับ r และวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว v จงหามุม θ ที่เส้นเชือกทำกับแนวดิ่ง

วิธีทำ ให้T เป็นแรงดึงในเส้นเชือก แรงองค์ประกอบของ T ในแนวระดับเท่ากับ $T \sin\theta$ ซึ่งเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง



จาก $\vec{F}_c = \frac{mv^2}{R}$

แทนค่า $T\sin\theta = \frac{mv^2}{R}$

แรงองค์ประกอบของ T ในแนวดิ่งคือ $T\cos\theta$ ซึ่งมีขนาดเท่ากับน้ำหนัก mg แต่กระทำวัตถุในแนวตรงข้ามกัน ในสมดุล

$$T\cos\theta = mg$$

จะได้ $$\frac{T\sin\theta}{T\cos\theta} = \left(\frac{mv^2}{R}\right)\left(\frac{1}{mg}\right)$$

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

คำตอบ มุมที่เส้นเชือกทำกับแนวดิ่งเท่ากับ $\tan^{-1}\left(\frac{v^2}{Rg}\right)$

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบงาน 3

ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. วัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมได้ แสดงว่าต้องมี แรงกระทำต่อวัตถุ แรงนี้เรียกว่า .....
2. จากข้อ 1. แรงนี้มีสัญลักษณ์แทนด้วย ..... มีหน่วยเป็น .....
3. แรงนี้จะกระทำต่อวัตถุชั่วขณะหนึ่ง หรือ ตลอดเวลาที่เคลื่อนที่แบบวงกลม .....
4. แรงนี้จะมีทิศอย่างไรกับทิศของความเร็วเชิงเส้นของวัตถุ .....
5. ถ้าการเคลื่อนที่แบบวงกลมเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ แสดงว่า วัตถุนั้นมีความเร่งหรือไม่ .....
6. ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ที่เรียกว่า อัตราเร็วเชิงมุม เขียนแทนด้วย .....
7. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนครบรอบ เรียกว่า ..... เขียนแทนด้วย .....
8. จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า ..... เขียนแทนด้วย .....
9. วัตถุที่ผูกด้วยเชือก ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่แบบวงกลม แรงตึงในเส้นเชือก นี้ ทำหน้าที่เป็นแรงอะไร .....
10. วัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม ด้วยรัศมีความโค้ง 2.0 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ 10 เมตรต่อวินาที จงหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่นี้

ก. คาบ ข. ความถี่ ค. อัตราเร็วเชิงเส้น

ง. อัตราเร็วเชิงมุม จ. ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ฉ. แรงสู่ศูนย์กลาง

วิธีทำ ก. คาบ จาก $v = \frac{2\pi R}{T}$

$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2(.....)(.....)}{(.....)}$

$T =$ ..... วินาที (s)

ข. ความถี่ จาก $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(.....)}$

$f =$ ..... เฮิรตซ์ (Hz)

ค. อัตราเร็วเชิงเส้น คือ v

จะได้ $v =$ ..... เมตรต่อวินาที (m/s)

ง. อัตราเร็วเชิงมุม คือ ω จาก $v = \omega R$

จะได้ $\omega = \frac{v}{R} = \frac{(.....)}{(.....)}$

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ω = ... เรเดียนต่อวินาที (rad / s)

จ. ความเร่งสู่ศูนย์กลาง คือ a_c

จาก $a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(.....)^2}{(.....)}$

a_c = ... เมตรต่อวินาที^{2} (m/s^2)

ฉ. แรงสู่ศูนย์กลาง คือ F_c

จาก $F_c = m a_c$

F_c = (.....)(.....)

F_c = ... นิวตัน (N)

****

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยใบงาน 3

ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

11. วัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมได้ แสดงว่าต้องมี แรงกระทำต่อวัตถุ แรงนี้เรียกว่า ... **แรงสู่ศูนย์กลาง**
12. จากข้อ 1. แรงนี้มีสัญลักษณ์แทนด้วย... F_c มีหน่วยเป็น... **N (นิวตัน)**
13. แรงนี้จะกระทำต่อวัตถุชั่วขณะหนึ่ง หรือ ตลอดเวลาที่เคลื่อนที่แบบวงกลม... **ตลอดเวลา**
14. แรงนี้จะมีทิศอย่างไรกับทิศของความเร็วเชิงเส้นของวัตถุ ...**ตั้งฉาก**
15. ถ้าการเคลื่อนที่แบบวงกลมเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ แสดงว่า วัตถุนั้นมีความเร่ง หรือ ไม่ ....**มี**
16. ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ที่เรียกว่า อัตราเร็วเชิงมุม เขียนแทนด้วย ...v
17. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนครบรอบ เรียกว่า ...**คาบ** เขียนแทนด้วย ...**T**
18. จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า ...**ความถี่** เขียนแทนด้วย ...**f**
19. วัตถุที่ผูกด้วยเชือก ถูกแกว่งให้เคลื่อนที่แบบวงกลม แรงตึงในเส้นเชือก นี้ ทำหน้าที่เป็นแรงอะไร ...**แรงสู่ศูนย์กลาง**
20. วัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม ด้วยรัศมีความโค้ง 2.0 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ 10 เมตรต่อวินาที จงหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่นี้

ก. คาบ ข. ความถี่ ค. อัตราเร็วเชิงเส้น

ง. อัตราเร็วเชิงมุม จ. ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ฉ. แรงสู่ศูนย์กลาง

วิธีทำ ก. คาบ จาก $v = \frac{2\pi R}{T}$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2(3.14)(2.0)}{(10)}$$

$$T = \mathbf{1.256} \text{ วินาที (s)}$$

ข. ความถี่ จาก $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(1.256)}$

$$f = 0.796 \text{ เฮิรตซ์ (Hz)}$$

ค. อัตราเร็วเชิงเส้น คือ v

จะได้ $v = \mathbf{10}$ เมตรต่อวินาที (m/s)

ง. อัตราเร็วเชิงมุม คือ ω

จาก $v = \omega R$

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

จะได้ $\omega = \frac{v}{R} = \frac{(10)}{(2)}$

$\omega = 5$ เรเดียนต่อวินาที (rad / s)

จ. ความเร่งสู่ศูนย์กลาง คือ a_c

จาก $a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(10)^2}{(2)}$

$a_c = 50$ เมตรต่อวินาที^{2} (m/s^2)

ฉ. แรงสู่ศูนย์กลาง คือ F_c

จาก $F_c = m a_c$

$F_c = (0.5)(50)$

$F_c = 25$ นิวตัน (N)

****

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบฝึกหัด 3

1. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบวงกลมรัศมี 5 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 15 เมตรต่อวินาที จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุ

2. แกว่งวัตถุหนึ่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยความถี่ 7 รอบต่อวินาที ที่ผูกเชือกยาว 1 เมตร จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุ

3. ผูกเชือกยาว 2 เมตร กับวัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม แล้วจับปลายเชือกอีกด้านแกว่งในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วคงตัว 4 เรเดียนต่อวินาที จงหาแรงตึงเชือกขณะแกว่งวัตถุ

4. วัตถุหนึ่งมีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมโดยมีคาบการเคลื่อนที่เป็น 2 เท่าของความถี่ อยากทราบว่าภายในเวลา 5 วินาที วัตถุจะกวาดมุมได้เท่าใด

5. อนุภาคตัวหนึ่งใช้เวลา 5 วินาทีกวาดมุมที่จุดศูนย์กลางได้ 90 องศา จงหาอัตราเร็วเชิงเส้น ถ้ามีรัศมีการเคลื่อนที่ 3 เมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบกิจกรรม 3 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบและแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนววงกลมในระนาบระดับเมื่อรัศมีคงตัว

อุปกรณ์

1. ชุดการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. ลวดหนีบกระดาษ
3. นอต
4. กระดาษกราฟ
5. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

ใช้ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม ให้วัดระยะจากจุดกึ่งกลางของจุกยางตามแนวเส้นเชือกออกไปถึงปลายบนของหลอดพีวีซี ยาว 60 เซนติเมตร และใช้ลวดหนีบกระดาษหนีบเส้นเชือกห่างจากปลายล่างของหลอดพีวีซี ประมาณ 1 เซนติเมตร ใช้นอตแขวนที่ขอเกี่ยวโลหะ 2 ตัว โดยใช้น้ำหนักของนอตประมาณเท่า ๆ กัน และน้ำหนักของนอต 1 ตัวแทนแรง 1F จับท่อพีวีซีแกว่งให้จุกยางเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระดับด้วยความถี่พอดีที่ทำให้ลวดที่หนีบเส้นเชือกอยู่ห่างจากปลายล่างของหลอดพีวีซี ประมาณ 1 หรือ 2 เซนติเมตร และไม่เคลื่อนที่ขึ้นหรือลง จับเวลาการเคลื่อนที่ของจุกยางครบ 30 รอบ แล้วนำมาคำนวณหาคาบ T ของการเคลื่อนที่ของจุกยาง ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มจำนวนนอตเป็น 3,4,5 และ 6 ตัว ซึ่งจะทำให้ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเป็น 3F, 4F, 5F และ 6F ตามลำดับ บันทึกขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก F คาบการแกว่ง T และส่วนกลับของคาบการแกว่งกำลังสอง $1/T^2$ ลงในตาราง เขียนกราฟระหว่างขนาดแรงดึงในเส้นเชือก F กับส่วนกลับของคาบการแกว่งกำลังสอง $1/T^2$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แบบบันทึกกิจกรรม 3

กลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิก 1. .....เลขที่.....

2. .....เลขที่.....

3. .....เลขที่.....

4. .....เลขที่.....

5. .....เลขที่.....

ตารางบันทึกผล

จำนวนนอต	ช่วงเวลาการเคลื่อนที่ครบ 30 รอบ (s)	T (s)	T^2 (s^2)	$1/T^2$ (s^{-2})

กราฟระหว่าง F และ $1/T^2$

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

คำถาม

1. เมื่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุดยางเป็นอย่างไร

ตอบ .....

2. กราฟระหว่างขนาดแรงดึงในเส้นเชือก F กับส่วนกลับของคาบการแกว่งกำลังสอง $1/T^2$ มีลักษณะอย่างไร และจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

ตอบ .....

.....

3. จากความสัมพันธ์ระหว่าง F กับ $1/T^2$ จะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงในเส้นเชือก F กับอัตราเร็วของจุกยางกำลังสอง v^2 ได้อย่างไร

ตอบ .....

4. แรงดึงในเส้นเชือกเป็นแรงสู่ศูนย์กลางของจุกยางได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบ .....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

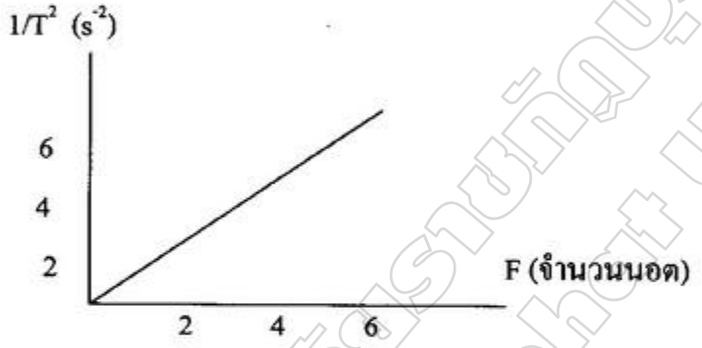
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบบันทึกกิจกรรม 3

ตารางบันทึกผล

จำนวนนอต	ช่วงเวลาการเคลื่อนที่ครบ 30 รอบ (s)	T (s)	T^2 (s^2)	$1/T^2$ (s^{-2})
3	15	0.50	0.25	4.0
4	13	0.43	0.18	5.6
5	12	0.40	0.16	6.3
6	11	0.37	0.14	7.1

กราฟระหว่าง F และ $1/T^2$



คำถาม

1. เมื่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบของจุดยางเป็นอย่างไร

ตอบ ลดลง

2. กราฟระหว่างขนาดแรงดึงในเส้นเชือก F กับส่วนกลับของคาบการแกว่งกำลังสอง $1/T^2$ มีลักษณะอย่างไร และจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองได้อย่างไร

ตอบ เป็นกราฟเส้นตรง แสดงว่า F แปรผันตรงกับ $1/T^2$

3. จากความสัมพันธ์ระหว่าง F กับ $1/T^2$ จะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงในเส้นเชือก F กับอัตราเร็วของจุกยางกำลังสอง v^2 ได้อย่างไร

ตอบ F แปรผันตรงกับ v^2

4. แรงดึงในเส้นเชือกเป็นแรงสู่ศูนย์กลางของจุกยางได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบ ได้ เนื่องจากแรงดึงในเส้นเชือกเป็นแรงที่ทำให้จุกยางเคลื่อนที่เป็นวงกลม

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Rajabhat University

สรุปผลการทดลอง

1. เมื่อขนาดของแรงดึงในเส้นเชือกเพิ่มขึ้น ค่าบการเคลื่อนที่ของจุดยางจะ ลดลง
2. แรงที่ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางของจุกยางคือแรงดึงเชือก ซึ่งแรงดึงเชือกจะแปรผันตรงกับความเร็วกำลังสอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 3

1.วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วตามเส้นรอบวงคงที่จะ

ก.ไม่มีความเร่ง

ข.มีความเร่งในทิศออกไปจากจุดศูนย์กลาง

ค.มีความเร่งในทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลาง

ง.มีความเร่งในแนวเส้นสัมผัสกับวงกลม

2.เข็มวินาทีของนาฬิกามีอัตราเร็วเชิงมุมในหน่วย เรเดียน/วินาทีเท่าใด

ก. $\frac{\pi}{60}$ ข. $\frac{2\pi}{60}$ ค. π ง. 2π

3.วัตถุมวล 50 กรัม เคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 10 cm ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ 2 เรเดียน/วินาที ความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุนี้ในหน่วย cm/s^2 มีค่าเท่าใด

ก. 20 ข. 40 ค. 1000 ง. 2000

4.มวล 2 kg เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวราบด้วยอัตราเร็ว 5 รอบต่อวินาที ถ้าให้รัศมีของวงกลมมีค่าคงที่แต่เพิ่มอัตราเร็วขึ้น จนกระทั่งแรงสู่ศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า อัตราส่วนของอัตราเร็วสุดท้ายต่ออัตราเร็วแรกของวัตถุจะมีค่าเท่าใด

ก. 1.4 ข. 2.0 ค. 2.8 ง. 4.0

5. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีการเคลื่อนแบบความเร็วไม่คงที่เสมอ
2) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีแรงสู่ศูนย์กลางเสมอ
3) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีความเร่งสู่ศูนย์กลางเสมอ

ข้อที่ถูกต้องคือ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3

ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

6. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 7 เมตร ด้วยอัตราเร็วคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป 8 วินาที อนุภาคนี้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 22 เมตร อนุภาคนี้จะมีคาบของการเคลื่อนที่กี่วินาที

ก. 4 ข. 8 ค. 12 ง. 16

7. การเคลื่อนที่แบบวงกลมครบ 8 รอบ จะกวาดมุมรอบจุดศูนย์กลางไปได้กี่เรเดียน

ก. 2π ข. 4π ค. 8π ง. 16π

8. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม ใช้แรง 2000 นิวตันในการทำให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยรัศมี 2 เมตร จงหาว่าวัตถุนี้มีความเร็วเท่าใด

ก. 40 ข. 20 ค. 10 ง. $\sqrt{10}$

9. จากข้อ 8 จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลาง

ก. 5 ข. 50 ค. 200 ง. 800

10. ใช้แรง 100 นิวตันแกว่งให้ก้อนหินก้อนหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีรัศมี 20 เซนติเมตร ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ก้อนหินต้องมีมวลกี่กิโลกรัม

ก. 20 ข. 2 ค. 0.2 ง. 0.02

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 3

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 3

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การเลี้ยวโค้ง **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายการเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถยนต์ รถจักรยานยนต์บนถนนราบและถนนเอียง พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

สาระสำคัญ

ขณะที่รถยนต์กำลังเลี้ยวโค้ง ได้โดยที่รถยนต์ไม่ไถลออกนอกถนน เนื่องจากมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถ และแรงนี้จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางความโค้งของถนน แรงสู่ศูนย์กลางนี้จะมีค่าจำกัด ขึ้นอยู่กับ รัศมีความโค้งของถนน อัตราเร็วที่รถวิ่ง เมื่อฝนตกถนนลื่น แรงเสียดทาน(แรงสู่ศูนย์กลาง)จะลดลง ดังนั้นอัตราเร็วของรถยนต์จึงควรลดลงด้วย เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u>

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องลักษณะของการเคลื่อนที่แบบแบบวงกลมพร้อมให้ยกตัวอย่าง

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันบอกปริมาณต่าง ๆที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม (คาบ, ความถี่, ความเร็วเชิงเส้น, ความเร็วเชิงมุม, ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ,แรงสู่ศูนย์กลาง)

<u>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น</u>

3. ครูสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยวโค้งรถยนต์/จักรยานยนต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

4. ครูซักถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่า

- จะเลี้ยวรถอย่างไรให้ปลอดภัย
- ในการแข่งขันความเร็วของรถเมื่อต้องเลี้ยวรถด้วยความเร็วต้องทำอย่างไร
- เหตุใดถนนบางแห่งจึงมีการยกขอบถนนข้างหนึ่งขึ้น

5. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและอธิบายการทำกิจกรรม การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบฝึกหัด

ขั้นเรียนกลุ่มย่อย

6. ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ 4 เรื่อง การเลี้ยวโค้ง

7. ครูอธิบายเพิ่มเติม และยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากใบความรู้ 4

ตัวอย่างที่ 1 รถคันหนึ่งเลี้ยวโค้งบนถนนราบรัศมีความโค้ง 25 เมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างยางกับถนนเป็น 0.4 รถคันนี้จะเลี้ยวโค้งได้ด้วยอัตราเร็วอย่างมากที่สุดกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

วิธีทำ หาความเร็วสูงสุดจากสมการ $\mu_s = \frac{v_{max}^2}{rg}$

$$v_{max} = \sqrt{\mu_s rg}$$

แทนค่า $$v_{max} = \sqrt{0.4(25)(10)}$$

$$= 10 \text{ m/s}$$

หรือ $$= 36 \text{ km/hr}$$

ตอบ รถเลี้ยวโค้งด้วยอัตราเร็วมากที่สุดเท่ากับ 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง

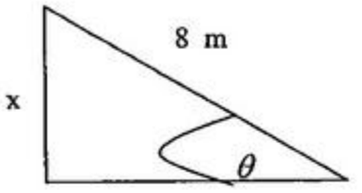
ตัวอย่างที่ 2 รถยนต์คันหนึ่งวิ่งบนถนนโค้งด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง รัศมีความโค้งของถนน 500 เมตร ความกว้างของถนนวัดตามแนวราบเทียบกับจุดต่ำสุดของด้านในได้ 8 เมตร จะต้องยกขอบถนนด้านนอกให้สูงกว่าด้านในเท่าใด เมื่อรถวิ่งบนถนนทางโค้งแล้วไม่ไถลออกนอกเส้นทาง

วิธีทำ ให้ x เป็นความสูงของขอบถนนด้านนอกเทียบกับขอบด้านใน

ในกรณีที่ถนนลื่นไม่มีความฝืด จากการวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อรถยนต์พบว่า

$$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$$

เมื่อ θ เป็นมุมเอียงของถนนดังรูป v เป็นอัตราเร็วของรถเท่ากับ 90 km/hr = 25 m/s และ r เป็นรัศมีความโค้งของถนนเท่ากับ 500 m



แทนค่า $\tan\theta = \frac{(25)^2}{(500)(10)}$

$\therefore \quad \tan\theta = \frac{1}{8}$

จากรูปพบว่า $x = 8\sin\theta$ และ $\sin\theta = \frac{1}{\sqrt{65}}$

ดังนั้น $x = \frac{8}{\sqrt{65}} = 0.99$ m

ตอบ ต้องยกขอบถนนด้านนอกให้สูงกว่าด้านในเท่ากับ 0.99 เมตร

8. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 4 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

9. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 4 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม

10. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการติดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

ขั้นสรุป

11. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเลี้ยวโค้ง ว่า

- ขณะที่รถยนต์กำลังเลี้ยวโค้ง โดยที่รถยนต์ไม่ไถลออกนอกถนน เนื่องจากมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถ และแรงนี้จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางความโค้งของถนน

- แรงสู่ศูนย์กลางนี้จะมีค่าจำกัด ขึ้นอยู่กับ รัศมีความโค้งของถนน อัตราเร็วที่รถวิ่ง เมื่อฝนตกถนนลื่น แรงเสียดทาน(แรงสู่ศูนย์กลาง)จะลดลง ดังนั้นอัตราเร็วของรถยนต์จึงควรลดลงด้วย_ตามสมการ $\vec{F}_c = \frac{mv^2}{R}$

- สมการ $\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$ ใช้ในการสร้างถนนทางโค้งเอียงทำมุมกับแนวระดับนั้นต้องคำนึงถึงอัตราเร็วของรถขณะเลี้ยวและรัศมีของทางโค้งเพื่อให้การขับรถปลอดภัย

<u>ขั้นฝึกทักษะ</u>

12. นักเรียนรับใบงาน 4 เรื่องการเลี้ยวโค้ง อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

13. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

<u>ขั้นนำความรู้ไปใช้</u>

14. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 4 เรื่องการเลี้ยวโค้ง ไปทำเป็นการบ้าน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 4 เรื่องการเลี้ยวโค้ง
2. ใบความรู้ 4 เรื่องการเลี้ยวโค้ง
3. ใบงาน 4 เรื่องการเลี้ยวโค้ง
4. แบบฝึกหัด 4 เรื่องการเลี้ยวโค้ง
5. แบบทดสอบย่อย 4 เรื่องการเลี้ยวโค้ง
6. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การทำกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

การวัดและการประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน - แบบฝึกหัด - ใบกิจกรรม	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบความรู้ที่ 4 การเลี้ยวโค้ง

การเคลื่อนที่บนถนนโค้ง

ขณะที่รถยนต์กำลังเลี้ยวโค้ง ได้โดยที่รถยนต์ไม่ไถลออกนอกถนน เนื่องจากมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถ และแรงนี้จะมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางความโค้งของถนน แรงสู่ศูนย์กลางนี้จะมีค่าจำกัด ขึ้นอยู่กับ รัศมีความโค้งของถนน อัตราเร็วที่รถวิ่ง เมื่อฝนตกถนนลื่น แรงเสียดทาน(แรงสู่ศูนย์กลาง)จะลดลง ดังนั้นอัตราเร็วของรถยนต์จึงควรลดลงด้วย เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

ตัวอย่าง รถยนต์มวล 1,000 กิโลกรัม แล่นด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เลี้ยวโค้งบนถนนที่มีผิวอยู่ในแนวระดับและมีทางโค้ง 2 โค้ง ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร และ 500 เมตร ตามลำดับ

1. แรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์ในแต่ละกรณีมีค่าเท่าใด
2. ถ้าแรงเสียดทานที่พื้นถนนกระทำกับยางรถในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,000 นิวตัน จะมีผลอย่างไรต่อการเลี้ยวโค้งของรถยนต์ทั้งสองกรณี

วิธีทำ กรณีที่ถนนระดับมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร

จาก $\overline{F}_c = \frac{mv^2}{R}$

$$F_c = \frac{(1{,}000\ \text{kg})\left(\frac{60 \times 10^3}{3600}\ \text{m/s}\right)^2}{100\ \text{m}}$$

$$F_c = 2{,}778\ \text{N}$$

ตอบ แรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์ กรณีรัศมีความโค้ง 100 เมตร เท่ากับ 2,778 นิวตัน

กรณีที่ถนนระดับมีรัศมีความโค้ง 500 เมตร

จาก $\overline{F}_c = \frac{mv^2}{R}$

$$F_c = \frac{(1{,}000\ \text{kg})\left(\frac{60 \times 10^3}{3600}\ \text{m/s}\right)^2}{500\ \text{m}}$$

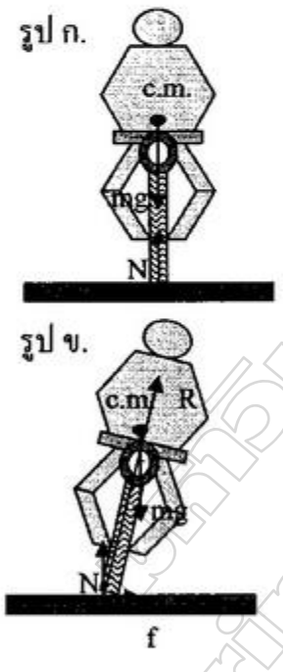
$$F_c = 555.6\ \text{N}$$

ตอบ แรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์กรณีรัศมีความโค้ง 500 เมตร เท่ากับ 555.6 นิวตัน

2. เนื่องจากแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อรถยนต์มีค่าสูงสุด 1,000 นิวตัน รถยนต์จะต้องเลี้ยวโค้งด้วยแรงสู่ศูนย์กลางที่น้อยกว่าหรือเท่ากับแรงสู่ศูนย์กลางสูงสุดจึงจะเลี้ยวโค้งได้อย่างปลอดภัย **ตอบ** กรณีที่รัศมีของทางโค้ง 100 เมตร ต้องใช้แรงสู่ศูนย์กลางถึง 2,778 นิวตัน ดังนั้นรถยนต์จึงไม่สามารถเลี้ยวโค้งได้ เป็นเหตุให้รถไถลออกนอกถนน แต่กรณีที่รัศมีของทางโค้ง 500 เมตรจะใช้แรงสู่ศูนย์กลางเพียง 555.6 นิวตัน ดังนั้นรถยนต์จึงสามารถเลี้ยวโค้งได้อย่างปลอดภัย

การเลี้ยวโค้งบนถนนระดับของรถจักรยานยนต์หรือรถจักรยาน

ขณะที่แล่นบนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถกับคนมากมายรวมทั้งแรงเสียดทานที่กระทำที่ล้อให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ ยังมี $m\bar{g}$ คือ น้ำหนักของรถและคน , $\bar{N}$ คือ แรงที่พื้นกระทำต่อรถและคน ในขณะที่แล่นในแนวตรง และ $\bar{f}$ คือแรงเสียดทานที่พื้นถนนกระทำกับด้านข้างของล้อรถในทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง , $\bar{R}$ คือ แรงลัพธ์ของแรง $\bar{f}$ และ $\bar{N}$ เมื่อแล่นในแนวโค้งหรือเอียง พิจารณาจากรูปต่อไปนี้



รูป 5. แสดงแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์

จากรูป 5 ก. พิจารณาขณะที่แล่นในแนวตรงบนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์หรือรถจักยาน คือ น้ำหนัก $m\bar{g}$ ของรถและคน , แรง $\bar{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและคน โดยแนวของแรงทั้งสองจะผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคนอยู่ในแนวดิ่ง ทำให้รถไม่มีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ จึงทำให้รถไม่ล้ม

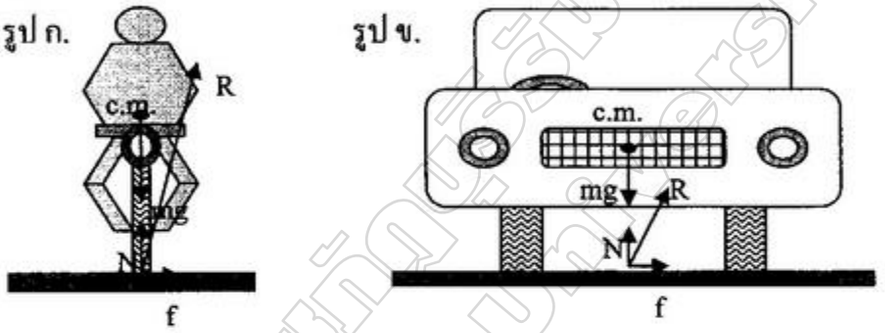
จากรูป 5 ข. พิจารณาขณะที่แล่นในแนวโค้งและ**เอียงรถ**บนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์หรือรถจักยาน คือ น้ำหนัก $m\bar{g}$ ของรถและคน , แรง $\bar{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและคน และแรงเสียดทาน $\bar{f}$ ที่พื้นถนนกระทำกับด้านข้างของล้อรถในทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง เป็นผลให้**เกิดแรงลัพธ์** $\bar{R}$ **ของแรง** $\bar{f}$ **และ** $\bar{N}$ **เมื่อแล่นในแนวโค้ง รถจึงจำเป็นต้องเอียง** เพื่อให้แรงลัพธ์ $\bar{R}$ ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถไม่มีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ **จึงทำให้รถไม่ล้ม**

จากรูป 5 ค. พิจารณาขณะที่แล่นในแนวโค้งและ**ไม่เอียงรถ** บนถนนระดับ จะมีแรงกระทำต่อรถจักรยานยนต์หรือรถจักยาน คือ น้ำหนัก $m\bar{g}$ ของรถและคน , แรง $\bar{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและคน และแรงเสียดทาน $\bar{f}$ ที่พื้นถนนกระทำกับด้านข้างของล้อรถในทิศเข้าหาจุดศูนย์กลาง เป็นผลให้**เกิดแรงลัพธ์** $\bar{R}$ **ของแรง** $\bar{f}$ **และ** $\bar{N}$ **เมื่อแล่นในแนว**

โค้ง เมื่อไม่เอียงรถ แรงลัพธ์ $\overline{R}$ ก็จะไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถมีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ **จึงทำให้รถล้ม**

การยกขอบถนนโค้ง

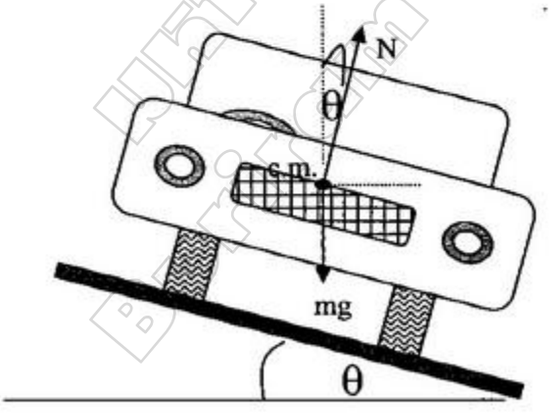
เพื่อให้การเลี้ยวโค้งปลอดภัยขึ้น ด้วยความเร็วที่แตกต่างจากถนนโค้งในแนวระดับ โดยมีหลักให้แรงลัพธ์ $\overline{R}$ ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถไม่มีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ พิจารณาจากรูปต่อไปนี้



รูป 6. แรงกระทำต่อรถขณะที่กำลังแล่นเลี้ยวโค้งบนถนนพื้นระดับ

จากรูป 6 ก. และ รูป6 ข. เมื่อแล่นบนถนนโค้งแล้วไม่มีการเอียงรถ แรงลัพธ์ จะไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน ทำให้รถมีโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้นที่รถ จึงทำให้รถล้มหรือพลิกคว่ำได้

ดังนั้นวิศวกรจึงออกแบบถนนโดยการยกขอบถนนโค้ง เพื่อให้รถแล่นด้วยความปลอดภัยด้วยความเร็วที่เป็นไปได้ โดยไม่อาศัยแรงเสียดทาน $\overline{f}$ ยกเว้นรถแล่นด้วยอัตราเร็วที่ไม่พอดีรถจึงจะอาศัยแรงเสียดทาน $\overline{f}$ ช่วย



รูป 7. แรงกระทำต่อรถขณะที่กำลังแล่นเลี้ยวโค้งบนถนนเอียงทำมุมพื้นระดับ

จากรูป 7. เมื่อยกขอบถนน เมื่อแล่นด้วยอัตราเร็วที่เป็นไปได้ จะไม่มีแรงเสียดทาน $\overline{f}$ ที่ด้านข้างของล้อรถ จะมีแรงกระทำที่รถคือ น้ำหนัก $m\overline{g}$ ของรถและคน และ แรง $\overline{N}$ ที่พื้นกระทำต่อรถและคน โดย องค์ประกอบของแรง $\overline{N}$ ที่ขนานกับพื้นระดับ (ไม่ใช่พื้นถนน) จะทำให้เกิดแรงสู่ศูนย์กลาง คือ $\overline{F}_c$ ดังนั้นเราสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่า ความเอียงของถนน (การยกขอบถนน) สัมพันธ์กับอัตราเร็วที่เป็นไปได้ดังนี้

จาก $\overline{F}_c = \frac{mv^2}{R}$

$$\text{ดังนั้น} \qquad N\sin\theta = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{และ} \qquad N\cos\theta = mg$$

$$\text{จะได้} \qquad \frac{N\sin\theta}{N\cos\theta} = \frac{mv^2}{Rmg}$$

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

สมการ $\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$ แสดงให้เห็นว่าในการสร้างถนนทางโค้งเอียงทำมุมกับแนวระดับนั้นต้องคำนึงถึงอัตราเร็วของรถขณะเลี้ยวและรัศมีของทางโค้งเพื่อให้การขับรถปลอดภัย

ตัวอย่าง รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บนถนนโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 150 เมตร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน พื้นถนนควรเอียงทำมุมเท่าไร กับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ การหามุมที่พื้นถนนทำกับแนวระดับ หาได้จากสมการ

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

$$\text{แทนค่า} \qquad \tan\theta = \frac{(16.67\ \text{m/s})^2}{(150\ \text{m})(9.8\ \text{m/s}^2)} = 0.189$$

$$\theta = 10.5^\circ$$

คำตอบ พื้นถนนจะต้องเอียงทำมุม 10.5 องศากับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

ตัวอย่าง รถยนต์มวล 1,550 กิโลกรัม แล่นเลี้ยวบนถนนระดับ ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 50 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวโค้งได้คือแรงสู่ศูนย์กลาง

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

$$F_c = \frac{(1{,}550\ \text{kg})(10\ \text{m/s})^2}{50\ \text{m}}$$

$$F_c = 3{,}100\ \text{N}$$

คำตอบ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย เท่ากับ 3,100 นิวตัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ใบงาน 4

1. แรงที่ทำให้รถสามารถเลี้ยวโค้งได้คือ
2. แรงที่ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางคือ
3. ความเร็วสูงสุดในการเลี้ยวโค้งให้ปลอดภัยหาได้จากสมการ
4. การยกขอบถนนหรือเอียงตัวเพื่อการเลี้ยวโค้งให้ปลอดภัยหาได้จากสมการ
5. รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็ว 15 เมตร/วินาที บนถนนโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 150 เมตร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน พื้นถนนควรเอียงทำมุมเท่าไร กับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ การหามุมที่พื้นถนนทำกับแนวระดับ หาได้จากสมการ

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

แทนค่า $\tan\theta = \frac{(\ldots\ldots\ldots\ldots)^2}{(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)} = \ldots\ldots\ldots$

$$\theta = \tan^{-1}$$

คำตอบ พื้นถนนจะต้องเอียงทำมุม .....กับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

6. รถยนต์มวล 2000 กิโลกรัม แล่นเลี้ยวบนถนนระดับ ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวโค้งได้คือแรงสู่ศูนย์กลาง

$$\bar{F}_c = \frac{mv^2}{R}$$

$$F_c = \frac{(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)^2}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

$$F_c = \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ N}$$

คำตอบ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย เท่ากับ ..... นิวตัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยใบงาน 4

1. แรงที่ทำให้รถสามารถเลี้ยวโค้งได้คือ **แรงสู่ศูนย์กลาง**
2. แรงที่ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางคือ **แรงเสียดทาน**
3. ความเร็วสูงสุดในการเลี้ยวโค้งให้ปลอดภัยหาได้จากสมการ $v = \sqrt{\mu rg}$
4. การยกขอบถนนหรือเอียงตัวเพื่อการเลี้ยวโค้งให้ปลอดภัยหาได้จากสมการ $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$
5. รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็ว 15 เมตร/วินาที บนถนนโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 150 เมตร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน พื้นถนนควรเอียงทำมุมเท่าไร กับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ การหามุมที่พื้นถนนทำกับแนวระดับ หาได้จากสมการ

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

แทนค่า $$\tan\theta = \frac{(15)^2}{(150)(10)} = 0.15$$

$$\theta = \tan^{-1} 0.15$$

คำตอบ พื้นถนนจะต้องเอียงทำมุม $\tan^{-1}$ **0.15** กับแนวระดับรถจึงจะเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

6. รถยนต์มวล 2000 กิโลกรัม แล่นเลี้ยวบนถนนระดับ ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย

วิธีทำ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางรถที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวโค้งได้คือแรงสู่ศูนย์กลาง

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

$$F_c = \frac{(2000)(20)^2}{100}$$

$$F_c = 8000 \text{ N}$$

คำตอบ แรงเสียดทานระหว่างพื้นถนนกับยางที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้รถยนต์สามารถเลี้ยวได้อย่างปลอดภัย เท่ากับ **8000** นิวตัน

บัณฑิตวิทยาลัย Burirarm Rajabhat University

แบบฝึกหัด 4

1. ถนนโค้งไม่ยกระดับ รัศมีความโค้ง 50 เมตร ถ้าต้องการขับรถจักรยานยนต์โดยไม่ต้องเอียงรถ สามารถเลี้ยวโค้งด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไร เมื่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับถนนเป็น 0.2

2. รถคันหนึ่งเลี้ยวโค้งด้วยอัตราเร็วสูงสุด 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บนถนนราบที่มีรัศมีความโค้ง 100 เมตร จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนนที่ทำให้รถคันนี้แหกโค้งตกถนน

3. รถจักรยานยนต์คันหนึ่งเลี้ยวโค้งบนถนนราบที่มีรัศมีความโค้ง $15\sqrt{2}$ เมตร ด้วยอัตราเร็ว $15\sqrt{2}$ เมตรต่อวินาที คนขี่จะต้องเอียงรถทำมุมกับแนวดิ่งกี่องศา

4. วัตถุ A วางบนโต๊ะกลมหมุนได้รอบแกนดิ่ง ที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.5 โดยวัตถุ A ห่างจากแกนหมุน 0.49 เมตร จงหาว่าสามารถหมุนโต๊ะได้เร็วที่สุดกี่รอบต่อนาที แล้ววัตถุ A นี้ยังไม่กระเด็นจากโต๊ะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 4

1. แรงสู่ศูนย์กลางของรถยนต์ที่กำลังเลี้ยวโค้งบนถนนราบ ได้มาจากแรงใด

ก. แรงโน้มถ่วงของโลก
ข. แรงปฏิกิริยาของพื้นถนน
ค. แรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นถนน
ง. ถูกทุกข้อ

2. รถยนต์มวล 1000 kg วิ่งด้วยอัตราเร็ว 10 m/s บนทางโค้งรัศมี 100 m แรงที่ทำให้รถวิ่งโค้งจะมีค่าเท่าใด

ก. 10^3 นิวตัน
ข. 10^4 นิวตัน
ค. $\frac{1}{2}\times10^3$ นิวตัน
ง. $\frac{1}{2}\times10^4$ นิวตัน

3.นักขี่จักรยานคนหนึ่งขี่จักรยานด้วยความเร็วคงที่ v เมตร/วินาทีบนทางโค้งที่มีรัศมี R เมตร/วินาที เขาต้องเอียงตัวเป็นมุมกับแนวดิ่งเท่าใด จึงจะสามารถทรงตัวอยู่ได้ ให้ g เป็นอัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก

ก. $\alpha = \tan^{-1}\frac{v^2}{R}$
ข. $\alpha = \tan^{-1}\frac{v^2}{gR}$
ค. . $\alpha = \tan^{-1}\frac{mv^2}{gR}$
ง. $\alpha = \tan^{-1}\frac{mv^2}{R}$

4.รถยนต์คันหนึ่งแล่นไปตามทางโค้งด้วยอัตราเร็ว 25 km/hr จะมีแรงสู่จุดศูนย์กลางกระทำต่อคนขับรถเท่ากับ 100 นิวตันถ้าอัตราเร็วของรถผ่านทางโค้งเดียวกันเป็น 2 เท่าของความเร็วเดิม จะมีแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อชายผู้นั้นเป็นเท่าใด

ก. 400 นิวตัน ข.200 นิวตัน ค. $100\sqrt{2}$ นิวตัน ง. 25 นิวตัน

5. ถนนโค้งไม่ยกระดับ รัศมีความโค้ง 14 เมตร ถ้าต้องการขับรถจักรยานยนต์โดยไม่ต้องเอียงรถสามารถเลี้ยวโค้งด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไร เมื่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับถนนเป็น 0.4

ก. 12 ข. 10 ค. 8 ง. 6

6. ขณะที่ฝนตกสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับถนนลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วสูงสุดของรถขณะเลี้ยวโค้งจะลดลงกี่เปอร์เซ็นต์

ก. 70 ข. 50 ค. 30 ง. 25

7. ขณะขับรถบนทางโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 200 เมตร ผู้ขับมองเห็นตุ๊กตาที่แขวนอยู่ในรถเอียงทำมุม 30 องศากับแนวดิ่ง ความเร็วของรถขณะนั้นควรเป็นเท่าไร

ก. 31 m/s ข. 34 m/s ค. 54 m/s ง. 59 m/s

8. ในการขับขี่รถจักรยานยนต์ไปบนถนนราบ ขณะเลี้ยวโค้งบนถนนนี้ ถ้าไม่ให้รถล้ม ผู้ขับขี่ต้องเอียงตัวและรถให้ทำมุมที่พอเหมาะกับแนวดิ่ง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดผลอะไร

ก. แนวแรงลัพธ์ของคนและรถอยู่ในแนวดิ่ง

ข. แนวแรงลัพธ์ของคนและรถผ่านศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน

ค. แนวแรงลัพธ์ของแรงสู่ศูนย์กลางและแรงที่โลกดึงดูดรถและคนผ่านศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน

ง. แนวแรงลัพธ์ของแรงที่พื้นกระทำต่อรถและคนกับแรงเสียดทานระหว่างยางกับถนนผ่านศูนย์กลางมวลรวมของรถและคน

9. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งตามถนนราบ รัศมีความโค้ง 200 m ด้วยอัตราเร็ว 108 km/hr โดยรถไม่ไถล จงหา สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับยางรถ

ก. 0.05 ข. 0.15 ค. 0.45 ง. 0.3

10. ถนนราบโค้งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างถนนกับยางของรถมีค่าเท่ากับ 0.4 รถคันนี้จะเลี้ยวโค้งด้วยความเร็วสูงสุดกี่กิโลเมตร/ชั่วโมง จึงจะไม่ไถลออกนอกโค้ง

ก. 48 ข. 72 ค. 84 ง. 96

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 4

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง การเคลื่อนที่ของวงกลมระนาบดิ่ง **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความหมายและคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง ได้แก่ การเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะไปตามรางรูปวงกลมในระนาบดิ่ง ทุกๆหนแห่งที่ลูกกลมโลหะเคลื่อนที่ผ่านจะมีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อลูกกลมโลหะเพื่อเปลี่ยนทิศของความเร็ว ดังนั้นจะต้องระลึกว่าเพราะลูกกลมถูกแรงโน้มถ่วงกระทำอยู่ตลอดเวลาด้วย ผลของแรงโน้มถ่วงที่กระทำนี้ จะทำให้อัตราเร็วของการเคลื่อนที่ไม่สามารถจะรักษาให้คงตัวได้ แต่จะต้องเป็นไปตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u>

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง
2. ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง

<u>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น</u>

3. ครูสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง
4. ครูสุ่มตัวแทนออกมาเพื่อทำการสาธิตการแกว่งถังน้ำให้เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง พร้อมซักถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่า

- แรงในแต่ละจุดของการเคลื่อนที่มีขนาดเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

5. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและอธิบายการทำกิจกรรม การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบฝึกหัด

ขั้นเรียนกลุ่มย่อย

6. ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง

7. ครูอธิบายเพิ่มเติม และยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากใบความรู้ 5

ตัวอย่างที่ 1 ผูกวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ด้วยเส้นเชือกยาว 1 เมตร แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบดิ่ง ขณะวัตถุเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งสูงสุด วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที จงหาอัตราเร็ว ณ ตำแหน่งต่ำสุด

วิธีทำ หาอัตราเร็ว ณ ตำแหน่งต่ำสุดจากสมการ

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

ในที่นี้แรงสู่ศูนย์กลางมาจากแรงดึงและน้ำหนัก

ดังนั้น $\vec{F}_c = (1)(10)-6 = \frac{mv^2}{R}$

แทนค่ามวลและรัศมีจะได้ $v^2 = 4\ (m/s)^2$ หรือ $v = 2$ m/s

ตอบ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งต่ำสุดเท่ากับ 2 เมตร/วินาที

8. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 5 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

9. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 5 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม

10. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการติดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

ขั้นสรุป

11. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง ว่า

- วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง แรงสู่ศูนย์กลางที่เกิดขึ้นมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง แต่มีขนาดต่างกันตามตำแหน่งของการเคลื่อนที่ โดยที่

ตำแหน่งต่ำสุด จะได้

$$N = \frac{mv^2}{R} + mg$$

ตำแหน่งในแนวระดับ(แกน X) จะได้

$$F_c = N = \frac{mv^2}{R}$$

ตำแหน่งสูงสุด จะได้

$$F_c = N + mg$$

<u>ขั้นฝึกทักษะ</u>

12. นักเรียนรับใบงาน 5 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้ อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

13. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

<u>ขั้นนำความรู้ไปใช้</u>

14. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 5 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง ไปทำเป็นการบ้าน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 5 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง
2. ใบความรู้ 5 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง
3. ใบงาน 5 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง
4. แบบฝึกหัด 5 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง
5. แบบทดสอบย่อย 5 เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง
6. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การทำกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี Rajabhat University

การวัดและการประเมินผล

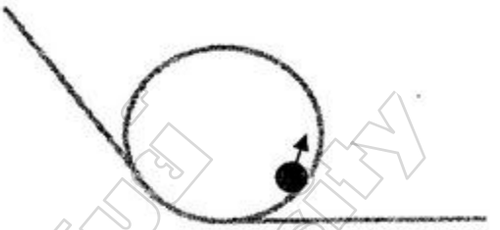
รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน - แบบฝึกหัด - ใบกิจกรรม	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบความรู้ที่ 5 การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง

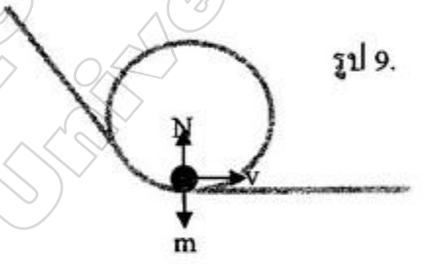
การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง

การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง ได้แก่ การเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะไปตามรางรูปวงกลมในระนาบดิ่ง ทุกๆหนแห่งที่ลูกกลมโลหะเคลื่อนที่ผ่านจะมีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อลูกกลมโลหะเพื่อเปลี่ยนทิศของความเร็ว แรงสู่ศูนย์กลางมีค่าเป็นอย่างไร เมื่อลูกกลมโลหะอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ ในรางรูปวงกลม ดังรูป 8. ดังนั้นจะต้องระลึกว่าเพราะลูกกลมถูกแรงโน้มถ่วงกระทำอยู่ตลอดเวลาด้วย ผลของแรงโน้มถ่วงที่กระทำนี้ จะทำให้อัตราเร็วของการเคลื่อนที่ไม่สามารถจะรักษาให้คงตัวได้ แต่จะต้องเป็นไปตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะได้เรียนในบทต่อไป

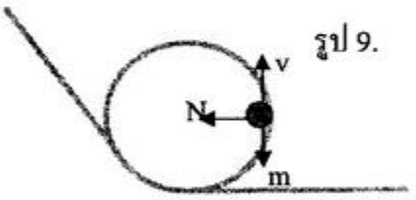


รูป 8. การเคลื่อนที่เป็นวงกลมใน

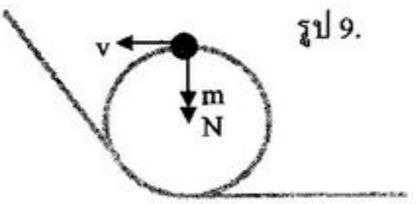
การคิดหาค่าแรงที่ต้องการที่จะกระทำให้วัตถุวิ่งโค้ง อาจทำได้ตามหลักเกณฑ์ปกติ เช่น กรณีลูกกลมโลหะอยู่ ณ ตำแหน่งล่างสุดของรางวงกลม แรงที่รางกระทำกับวัตถุจะเป็นเท่าใด ขณะที่วัตถุมีอัตราเร็ว v แล้วรางมีรัศมีความโค้งเป็น R



รูป 9.



รูป 9.



รูป 9.

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ก จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = N - mg$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N

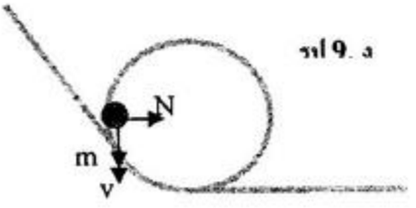
จะได้ $N = \frac{mv^2}{R} + mg$

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ข จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = N$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N



รูป 9. ง

รูป 9. แรงต่อการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

จะได้ $N = \frac{mv^2}{R}$

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ค จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = N + mg$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N

จะได้ $N = \frac{mv^2}{R} - mg$

ถ้าให้ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง จากรูป 9. ง จะได้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

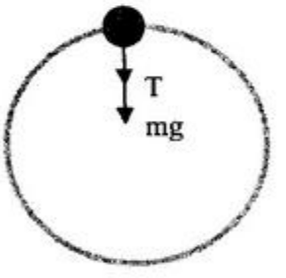
จะได้ $F_c = N$

แสดงว่า แรงที่รางดันลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับราง คือ N

จะได้ $N = \frac{mv^2}{R}$

ตัวอย่าง ผูกวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ด้วยเส้นเชือกยาว 1 เมตร แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบดิ่ง ขณะวัตถุเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งต่ำสุด วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาอัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุด เมื่อแรงตึงในเส้นเชือกเท่ากับ 6 นิวตัน

วิธีทำ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดหาได้ดังนี้



จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = T + mg$

จะได้ $T + mg = \frac{mv^2}{R}$

$v^2 = R(T + mg)/m = (1\ kg)(6\ N + (1\ kg)(10\ m/s^2))/(1\ kg)$

$v^2 = 16\ (m/s)^2$

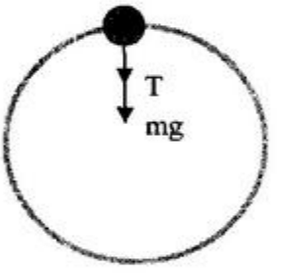
$v = 4\ m/s$

คำตอบ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดเท่ากับ 4 เมตรต่อวินาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบงาน 5

1. วัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่งขนาดของแรงที่ตำแหน่งต่าง ๆ เป็นอย่างไร
2. ทิศของความเร็วของวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่งมีลักษณะ
3. แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมระนาบดิ่ง สมการหาแรงสู่ศูนย์กลาง
   - 3.1 ที่ตำแหน่งสูงสุด
   - 3.2 ที่ตำแหน่งต่ำสุด
   - 3.3 ที่ตำแหน่งทำมุม 45 องศากับแนวดิ่ง
4. ความเร็วที่ตำแหน่งใดมีค่ามากที่สุด
5. ผูกวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ด้วยเส้นเชือกยาว 1 เมตร แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบดิ่ง ขณะวัตถุเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งต่ำสุด วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาอัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุด เมื่อแรงตึงในเส้นเชือกเท่ากับ 6 นิวตัน



วิธีทำ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดหาได้ดังนี้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = T + mg$

จะได้ $T + mg = \frac{mv^2}{R}$

$v^2 = R(T + mg)/m$

$= (\ldots\ldots)(\ldots\ldots + (\ldots\ldots)(10\ m/s^2))/(\ldots\ldots)$

$v^2 = \ldots\ldots\ (m/s)^2$

$v = \ldots\ldots\ m/s$

คำตอบ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดเท่ากับ ..... เมตรต่อวินาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เฉลยใบงาน 5

1. วัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่งขนาดของแรงที่ตำแหน่งต่าง ๆ เป็นอย่างไร

ตอบ **แรงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา**

2. ทิศของความเร็วของวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่งมีลักษณะ

ตอบ **เปลี่ยนแปลงตลอดการเคลื่อนที่**

3. แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมระนาบดิ่ง สมการหาแรงสู่ศูนย์กลาง

3.1 ที่ตำแหน่งสูงสุด $F+T=\frac{mv^2}{r}$

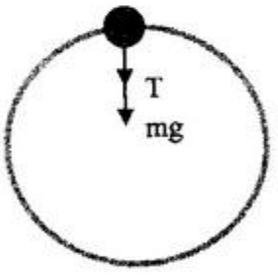
3.2 ที่ตำแหน่งต่ำสุด $F-T=\frac{mv^2}{r}$

3.3 ที่ตำแหน่งทำมุม 45 องศากับแนวดิ่ง $F=\frac{mv^2}{r}$

4. ความเร็วที่ตำแหน่งใดมีค่ามากที่สุด

ตอบ **ที่ตำแหน่งสูงสุด**

5. ผูกวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ด้วยเส้นเชือกยาว 1 เมตร แกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบดิ่ง ขณะวัตถุเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งต่ำสุด วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาอัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุด เมื่อแรงตึงในเส้นเชือกเท่ากับ 6 นิวตัน



วิธีทำ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดหาได้ดังนี้

จาก $F_c = \frac{mv^2}{R}$

จะได้ $F_c = T + mg$

จะได้ $T + mg = \frac{mv^2}{R}$

$v^2 = R(T + mg)/m$

$= (1)(6 + (1)(10\ m/s^2))/(1)$

$v^2 = 16\ (m/s)^2$

$v = 4\ m/s$

คำตอบ อัตราเร็ว ณ ตำแหน่งสูงสุดเท่ากับ 4 เมตรต่อวินาที

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบฝึกหัด 5

1. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม ผูกด้วยเชือกยาว 0.5 เมตร ถูกแกว่งให้วัตถุนี้เคลื่อนที่เป็นวงกลมอยู่ในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัว 10 เมตรต่อวินาที จงหาแรงตึงเชือก

ก. ขณะที่เชือกอยู่ในแนวระดับ

ข. ขณะที่วัตถุอยู่ที่จุดสูงสุด

ค. ขณะที่วัตถุอยู่ที่จุดต่ำสุด

2. ผูกเชือกยาว 1 เมตรกับวัตถุ A มวล 0.5 กิโลกรัม แกว่งเป็นวงกลมในระนาบดิ่ง เมื่อเชือกทำมุม 60° กับแนวดิ่ง จากตำแหน่งต่ำสุดของแนวการเคลื่อนที่ ที่ตำแหน่งนั้นวัตถุ A มีอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที จงหาความตึงของเส้นเชือกขณะนั้น

3. แกว่งวัตถุเป็นวงกลมในแนวดิ่งด้วยรัศมี 1 เมตร ขณะที่เชือกทำมุม 37 องศากับแนวดิ่ง (ครึ่งล่าง) มีอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที ขณะนั้นความเร่งของวัตถุนี้เป็นเท่าใด

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 5

1. ผูกมวล 2 กิโลกรัมกับเชือก เหวี่ยงให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง มีรัศมีความโค้ง 1 เมตร ขณะเชือกอยู่ในแนวระดับ วัตถุนี้มีอัตราเร็ว $\sqrt{5}$ เมตรต่อวินาที จงหาความเร่งของวัตถุขณะนั้น จะมีค่ากี่เมตรต่อ(วินาที)^2 ($g = 10\ m/s^2$)

ก. $6\sqrt{5}$ ข. $5\sqrt{5}$ ค. $3\sqrt{5}$ ง. $2\sqrt{5}$

2.เครื่องบินมวล 2,000 kg บินผาดโผนเป็นวงกลมในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ 360 km/hr จงหา รัศมีที่น้อยที่สุดของการบิน

ก. 500 m ข. 1500 m ค. 1000 m ง. 1800 m

3.ชายคนหนึ่งแกว่งลูกตุ้มให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง ด้วยความเร็วน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าลูกตุ้มมีมวลเท่ากับ m และเชือกยาว r ความเร็วที่จุดสูงสุดของวงกลมจะมีค่าเท่าใด

ก. $\sqrt{rg}$ ข. $\sqrt{mg}$ ค. $\sqrt{r}$ ง. $\sqrt{\frac{r}{g}}$

4. มวล 2 กิโลกรัมผูกด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งเป็นวงกลมในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัว 10 เมตรต่อวินาที จงหาแรงดึงในเส้นเชือกที่จุดสูงสุดและจุดต่ำสุดในหน่วยนิวตัน

ก. 180 ข. 200 ค. 220 ง. 240

5. จากข้อ 4 จงหาแรงดึงในเส้นเชือกที่จุดต่ำสุด

ก. 180 ข. 200 ค. 220 ง. 240

6. นำเชือกเส้นหนึ่งยาว 2 เมตร ผูกลูกตุ้มมวล 0.4 กิโลกรัมที่ปลายข้างหนึ่ง ถ้าจับปลายอีกข้างหนึ่งแกว่งให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่เป็นวงกลมระนาบดิ่ง ด้วยอัตราเร็วคงตัว 10 เมตรต่อวินาที จงหาค่าแรงดึงในเส้นเชือกซึ่งมีค่าสูงสุด

ก. 16 นิวตัน ข. 20 นิวตัน ค. 24 นิวตัน ง. 30 นิวตัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

7. มวล 1 กิโลกรัมลงมาตามรางโค้งรัศมี 2 เมตร ขณะผ่านจุดต่ำสุดรางออกแรงผลัก 15 นิวตัน ขณะนั้นมีอัตราเร็วเท่าไร

ก. $2\sqrt{5}$ m/s ข. $2\sqrt{3}$ m/s ค. $\sqrt{10}$ m/s ง. $\sqrt{3}$ m/s

8. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม ผูกไว้ด้วยเชือกเส้นหนึ่งแล้วแกว่งให้หมุนเป็นวงกลมในแนวดิ่งมีรัศมี 10 เมตร เมื่อถูกแกว่งขึ้นมาถึงจุดสูงสุด วัตถุต้องมีความเร็วน้อยที่สุดเท่าไรวัตถุจึงจะยังคงเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้

ก. 20 m/s ข. 15 m/s ค. 10 m/s ง. 5 m/s

9. เทน้ำใส่ถังแล้วนำเชือกผูกหูถังน้ำแล้วแกว่งเป็นวงกลมในแนวดิ่ง ถ้าเชือกยาว 1 เมตร และน้ำมีมวล 1 กิโลกรัม อยากทราบว่าเราต้องแกว่งถังน้ำให้มีอัตราเร็วที่จุดสูงสุดอย่างน้อยเท่าไรน้ำในถังจึงจะไม่หก

ก. 1 m/s ข. 1.4 m/s ค. 2 m/s ง. 3.2 m/s

10. ผูกวัตถุมวล 0.2 กิโลกรัมด้วยเชือกเบายาว 2 เมตร แล้วแกว่งเป็นวงกลมตามแนวดิ่ง ขณะถึงจุดต่ำสุดมีอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที จงหาแรงดึงของเชือกในขณะถึงจุดต่ำสุด

ก. 3 นิวตัน ข. 3.6 นิวตัน ค. 4.8 นิวตัน ง. 5.6 นิวตัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 5

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนววงกลมไปอธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียม และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

สาระสำคัญ

ดาวเทียมแต่ละดวงมีรัศมีวงโคจรต่างกันแต่ต่างก็เคลื่อนที่รอบโลกในแนววงกลม โดยมีแรงที่โลกดึงดูดดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อดาวเทียม

การส่งดาวเทียมขึ้นไปสู่วงโคจรต่างๆ รอบโลกนั้น ได้มีการกำหนดรัศมีวงโคจรไว้ก่อนแล้วคำนวณหาแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำกับดาวเทียมและอัตราเร็วเชิงเส้นในวงโคจรนั้นๆ เมื่อยิงดาวเทียมขึ้นไปจนมีความสูงหรือรัศมีของการโคจรตามต้องการแล้ว จึงปรับทิศทางและอัตราเร็วของดาวเทียมเพื่อให้เข้าสู่วงโคจรรอบโลกตามที่กำหนดไว้

เมื่อสังเกตดาวเทียมสื่อสารจากพื้นโลก จะเห็นดาวเทียมสื่อสารอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา ที่เป็นเช่นนี้ เพราะดาวเทียมสื่อสารมีคาบของการโคจรรอบโลกเท่ากับคาบการหมุนของโลกรอบตัวเอง หรืออัตราเร็วเชิงมุมของดาวเทียมสื่อสารเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมในการหมุนรอบตัวเองของโลก และการที่ดาวเทียมสื่อสารอยู่ที่ตำแหน่งเดิมโดยไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้สถานีภาคพื้นดินและดาวเทียมสามารถติดต่อกันได้ตลอดเวลา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u>

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลมต่าง ๆ ที่เรียนมาในครั้งก่อน ๆ

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างถึงประโยชน์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม

<u>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น</u>

3. ครูสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม

4. ครูซักถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่า

- เพราะเหตุใดดาวเทียมที่ส่งขึ้นไปมากมายจึงไม่ชนกัน

5. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและอธิบายการทำกิจกรรม การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบฝึกหัด

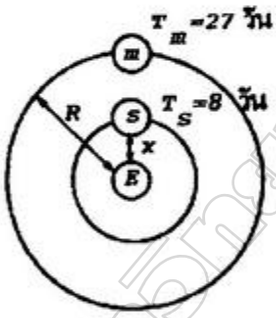
<u>ขั้นเรียนกลุ่มย่อย</u>

6. ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ 6 เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม

7. ครูอธิบายเพิ่มเติม และยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากใบความรู้ 6

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ดาวเทียมโคจรรอบโลก 1 รอบ กินเวลา 8 วัน จงหาว่าดาวเทียมอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางโลกเป็นกี่เท่าของระยะจากโลกถึงดวงจันทร์ ถ้ากำหนดให้ระยะจากดวงจันทร์ถึงโลกเท่ากับ R และโคจรรอบโลก 1 รอบกินเวลา 27 วัน

<u>วิธีทำ</u> สเกตรูปตามข้อมูลโจทย์



$\because T^2 \propto R^3$ จะได้ $T^2 = KR^3$

พิจารณาที่ S $T_S = 8$ วัน , $R = X$

แทนค่า $8^2 = Kx^3$ -------❶

พิจารณาที่ m $T_m = 27$ วัน, $R = R$

แทนค่า จะได้ $27^2 = KR^3$ ----- ❷

❷/❶ $$\frac{8^2}{27^2} = \frac{X^3}{R^3}$$

$$\left(\frac{2^3}{3^3}\right)^2 = \frac{X^3}{R^3} \; ; \; \frac{4}{9} = \frac{x}{r}$$

$$\therefore \; X = \frac{4R}{9}$$

<u>ตอบ</u> ดาวเทียมอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางโลกเท่ากับ $\frac{4}{9}$ เท่าของระยะห่างจากดวงจันทร์กับโลก

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นวงกลมและรัศมีของวงโคจรเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของรัศมีเดิม คาบการโคจรจะเพิ่มเป็นกี่เท่าของคาบเดิม

วิธีทำ ความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการโคจร (T) และรัศมีของวงโคจร (r) ตามกฎของเคปเลอร์คือ $T^2 \propto r^3$

จะได้ $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$

โจทย์กำหนดให้ $r_2 = 2r_1$ ดังนั้น

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

$$T_2 = 2\sqrt{2}T_1$$

ตอบ คาบการโคจรจะเพิ่มเป็น $2\sqrt{2}$ เท่าของคาบเดิม

8. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 6 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

9. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 6 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม

10. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการติดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

ขั้นสรุป

11. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ว่า

- ดาวเทียมโคจรรอบโลกโดยมีคาบการโคจรเท่ากับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเองครบหนึ่งรอบพอดี
- การกำหนดวงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวง มาจากกฎของเคปเลอร์ตามสมการ $T^2 \propto r^3$

ขั้นฝึกทักษะ

12. นักเรียนรับใบงาน 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้ อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

13. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

14. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ไปทำเป็นการบ้าน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม
2. ใบความรู้ 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม
3. ใบงาน 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม
4. แบบฝึกหัด 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม
5. แบบทดสอบย่อย 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเทียม
6. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การทำกิจกรรม

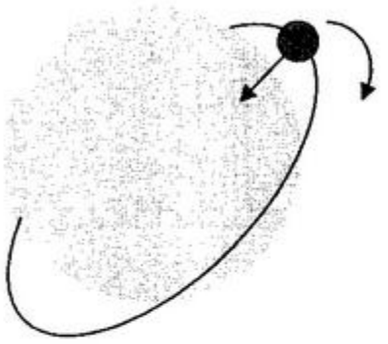
การวัดและการประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน - แบบฝึกหัด - ใบกิจกรรม	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบความรู้ที่ 6 การเคลื่อนที่ของดาวเทียม

การเคลื่อนที่ของดาวเทียม



รูป 10. การเคลื่อนที่ของดาวเทียมรอบโลก

ดาวเทียมที่โคจรรอบโลกมีเป็นจำนวนมาก ดาวเทียมแต่ละดวงจะทำหน้าที่ต่างๆกัน เช่นดาวเทียมอุตุนิยม ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ดาวเทียมสื่อสารและดาวเทียมจารกรรมทางทหารเป็นต้น ดาวเทียมแต่ละดวงมีรัศมีวงโคจรต่างกัน แต่ต่างก็เคลื่อนที่รอบโลกในแนววงกลม โดยมีแรงที่โลกดึงดูดดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อดาวเทียม ดาวเทียมแต่ละดวงจะเคลื่อนที่รอบโลกด้วยอัตราเร็วอย่างไร

จากรูป 10. ดาวเทียมมวล m โคจรรอบโลกด้วยอัตราเร็ว v ณ ตำแหน่งวงโคจรซึ่งห่างศูนย์กลางของโลกเป็นระยะ R ให้ M เป็นมวลของโลก F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลางซึ่งเป็นแรงดึงดูดที่โลกกระทำกับดาวเทียม และหาค่าของแรงนี้ได้จากกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

จาก $F = \frac{GMm}{R^2}$

และ $F_c = \frac{mv^2}{R}$

ดังนั้น $\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}$

$v^2 = \frac{GM}{R}$

จาก $v^2 = \frac{GM}{R}$ จะเห็นว่า ดาวเทียมที่มีรัศมีวงโคจรต่างกันจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงเส้นต่างกันด้วย

การส่งดาวเทียมขึ้นไปสู่วงโคจรต่างๆ รอบโลกนั้น ได้มีการกำหนดรัศมีวงโคจรไว้ก่อนแล้วคำนวณหาแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำกับดาวเทียมและอัตราเร็วเชิงเส้นในวงโคจรนั้นๆ เมื่อยิงดาวเทียมขึ้นไปจนมีความสูงหรือรัศมีของการโคจรตามต้องการแล้ว จึงปรับทิศทางและอัตราเร็วของดาวเทียมเพื่อให้เข้าสู่วงโคจรรอบโลกตามที่กำหนดไว้

เมื่อสังเกตดาวเทียมสื่อสารจากพื้นโลก จะเห็นดาวเทียมสื่อสารอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา ที่เป็นเช่นนี้ เพราะดาวเทียมสื่อสารมีคาบของการโคจรรอบโลกเท่ากับคาบการหมุนของโลกรอบตัวเอง หรืออัตราเร็วเชิงมุมของดาวเทียมสื่อสารเท่ากับอัตราเร็วเชิงมุมในการหมุนรอบตัวเองของโลก และการที่ดาวเทียมสื่อสารอยู่ที่ตำแหน่งเดิมโดยไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้สถานีภาคพื้นดินและดาวเทียมสามารถติดต่อกันได้ตลอดเวลา

กฎแห่งคาบ เคปเลอร์แถลงว่า **" กำลังสองของคาบของดาวเคราะห์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสามของระยะทางเฉลี่ยจากดาวเคราะห์ไปยังดวงอาทิตย์"**

ให้ T เป็นคาบของดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์

R_{av} เป็นระยะทางเฉลี่ยระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์

$\therefore$ จากนิยาม จะได้ $T^2 \propto R^3_{av}$

$\therefore \quad T^2 = R^3 av \quad (K =$ ค่าคงที่ $)$

$$\frac{T^2}{R^3_{av}} = K$$

หมายเหตุ ค่า K จะเท่ากันเฉพาะการโคจรของดาวเคราะห์ที่อยู่ในระบบเดียวกันเท่านั้น เช่น การโคจรของโลก , ดาวอังคารรอบดวงอาทิตย์จะได้ค่า K เท่ากัน แต่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกจะให้ค่าคงที่ไม่เท่ากับดาวอังคารโคจรรอบดวงอาทิตย์

ตัวอย่าง โลกหมุนรอบตัวเองเท่ากับ 24 ชั่วโมง รัศมีวงโคจรรอบโลกของดาวเทียมสื่อสารจะต้องเป็นเท่าใดและมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่าใด กำหนดให้ $G = 6.67 \times 10^{-11}$ นิวตัน (เมตร)^2 ต่อ (กิโลกรัม)^2 มวลของโลก $= 5.95 \times 10^{24}$ กิโลกรัม

วิธีทำ เนื่องจากคาบของดาวเทียมสื่อสารเท่ากับคาบของการหมุนรอบตัวเองของโลก

จาก $\omega = \frac{2\pi}{T}$, เมื่อ $T = 24 \times 60 \times 60\ s = 86{,}400\ s$

จะได้ $\omega = \frac{(2)(\frac{22}{7})}{86{,}400\ s} = 7.27 \times 10^{-5}\ rad/s$ **ตอบ**

จาก $v^2 = \frac{GM}{R}$, และ $v = \omega R$

จะได้ $R^3 = \frac{GM}{\omega^2}$

$$R^3 = \frac{(6.67\times10^{-11}\ \text{N.m}^2/\text{kg}^2)(5.95\times10^{24}\ \text{kg})}{(7.27\times10^{-5}\ \text{rad/s})^2}$$

$$R^3 = 74848.19\times10^{18}\ \text{m}^3$$

$$R = 42.14\times10^{6}\ \text{m}$$ **ตอบ**

คำตอบ รัศมีวงโคจรรอบโลกของดาวเทียมเท่ากับ 42.14 เมตร

อัตราเร็วเชิงมุมของดาวเทียมสื่อสารเท่ากับ 7.26×10^{-5} เรเดียนต่อวินาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบงาน 6

1. เพราะเหตุใดจึงมองเห็นดาวเทียมอยู่ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา.....
2. การส่งดาวเทียมขึ้นไปทำงานมากมายหลายดวงแต่ไม่มีการชนกันของดาวเทียมเนื่องจาก
   .....
   .....
3. กฎแห่งคาบ กล่าวว่า
   .....
4. กฎของเคปเลอร์ มีสมการดังนี้
   .....
5. ถ้าวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นวงกลม และถ้ารัศมีของวงโคจรเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า อยากทราบว่าคาบของการโคจรจะเพิ่มเป็นกี่เท่าของเดิม

<u>วิธีทำ</u> ความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการโคจร (T) และรัศมีของวงโคจร (r)

ตามกฎของเคปเลอร์ คือ $T^2 \propto r^3$

จะได้ $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$

โจทย์กำหนดให้ r_2 = ...r_1 ดังนั้น

$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{\text{.....}}{\text{.....}}\right)^3$

T_2 = ...T_1

<u>ตอบ</u> คาบการโคจรจะเพิ่มเป็น ..... เท่าของคาบเดิม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยใบงาน 6

1. เพราะเหตุใดจึงมองเห็นดาวเทียมอยู่ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา

ตอบ **เพราะดาวเทียมมีคาบการเคลื่อนที่เท่ากับการหมุนรอบตัวเองของโลก คือ 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมง**

2. การส่งดาวเทียมขึ้นไปทำงานมากมายหลายดวงแต่ไม่มีการชนกันของดาวเทียมเนื่องจาก

ตอบ **ดาวเทียมแต่ละดวงมีการกำหนดวงโคจรไว้ ทำให้แต่ละดวงมีวงโคจรไม่ทับซ้อนกันจึงไม่เกิดการชนกันเอง**

3. กฎแห่งคาบ กล่าวว่า

ตอบ **กำลังสองของคาบของดาวเคราะห์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสามของระยะทางเฉลี่ยจากดาวเคราะห์ไปยังดวงอาทิตย์**

4. กฎของเคปเลอร์ มีสมการดังนี้

ตอบ $T^2 \alpha r^3$

5. ถ้าวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นวงกลม และถ้ารัศมีของวงโคจรเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า อยากทราบว่าคาบของการโคจรจะเพิ่มเป็นกี่เท่าของเดิม

<u>วิธีทำ</u> ความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการโคจร (T) และรัศมีของวงโคจร (r)

ตามกฎของเคปเลอร์ คือ $T^2 \alpha r^3$

จะได้ $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$

โจทย์กำหนดให้ $r_2 = 4\, r_1$ ดังนั้น

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{4r_1}\right)^3$$

$$T_2 = 8\, T_1$$

<u>ตอบ</u> คาบการโคจรจะเพิ่มเป็น 8 เท่าของคาบเดิม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบฝึกหัด 6

1. ดาวเทียมโคจรรอบโลก 1 รอบ กินเวลา 8 วัน จงหาว่าดาวเทียมอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางโลกเป็นกี่เท่าของระยะจากโลกถึงดวงจันทร์ ถ้ากำหนดให้ระยะจากดวงจันทร์ถึงโลกเท่ากับ R และโคจรรอบโลก 1 รอบกินเวลา 27 วัน

2. ดาว A หมุนรอบตัวเองเท่ากับ 36 ชั่วโมง รัศมีวงโคจรรอบ ดาว A ของดาวเทียมสื่อสารจะต้องเป็นเท่าใดและมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่าใด กำหนดให้ $G = 6.67 \times 10^{-11}$ นิวตัน (เมตร)^2 ต่อ (กิโลกรัม)^2 มวลของดาว $A = 8.95 \times 10^{20}$ กิโลกรัม

3. ถ้าอัตราเร็วในการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และโคจรเป็นวงกลม จงหารัศมีวงโคจรและคาบในการโคจรใหม่ของดวงจันทร์ กำหนด R และ Tเป็นรัศมีวงโคจรและคาบเดิม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 6

1. ถ้าดาวเทียมเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบโลก ให้ท่านพิจารณาว่าในข้อต่อไปนี้ข้อใดบ้างที่เป็นจริง

   1.ความเร่งของดาวเทียมมีค่าคงที่

   2.ดาวเทียมมีความเร่งสู่โลกเสมอ

   3.เวลาที่ดาวเทียมเคลื่อนที่ครบรอบคงที่

   ก. ข้อ 1 เท่านั้น ข. ข้อ 2 เท่านั้น ค. ข้อ 3 เท่านั้น ง. ทั้ง 3ข้อเป็นจริง

2.ดาวเทียมมวล m โคจรเป็นวงกลมรอบโลกด้วยอัตราเร็วคงที่ v ถ้าโคจรอยู่เหนือพื้นโลกเป็นระยะ r และให้ R เป็นรัศมีของโลก ความเร่งเข้าสู่โลกของดาวเทียมจะมีค่าเท่ากับ

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

3. ดาวเทียมมวล m โคจรรอบโลก วงโคจรอยู่สูงจากพื้นโลกไม่มาก นักถ้า r เป็นรัศมีของวงโคจร ของดาวเทียม และ v เป็นอัตราเร็วของดาวเทียม ความสัมพันธ์ ข้างล่างนี้ข้อใดถูกต้อง

   ก. $v = gh$ ข. $V^2 = \frac{g}{R}$ ค. $V^2 = gh$ ง. $mg = \frac{v^2}{R}$

4. ดาวสองดวงมวลเท่ากัน 3×10^{30} kg ต่างหมุนรอบจุดศูนย์กลางมวลของระบบที่แต่ละดวงอยู่ห่าง 10^{11} m จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของดาวแต่ละดวง

   ก. 6.3 10^{-7} rad/s ข. 2.5 10^{-7} rad/s ค. 1.8 10^{-7} rad/s ง. 2.0 10^{-7} rad/s

5. ถ้าดวงจันทร์ของโลกมีมวลเพิ่มขึ้น 2 เท่าของเดิมและโคจรในวงโคจรเดิม จงหาคาบใหม่ของดวงจันทร์

   ก. เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของเดิม ข. ลดลงเป็น 2 เท่าของเดิม

   ค. เท่าเดิม ง. ข้อมูลไม่พอหาไม่ได้

6. ถ้าอัตราเร็วในการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และโคจรเป็นวงกลม จงหารัศมีวงโคจรและคาบในการโคจรใหม่ของดวงจันทร์ กำหนด R และ T เป็นรัศมีวงโคจรและคาบเดิม

   ก.R/4, T/8 ข. R/8,T/4 ค. R/4,T/4 ง. R/8,T/8

7. ถ้าวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นวงกลม และถ้ารัศมีของวงโคจรเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า อยากทราบว่าคาบของการโคจรจะเพิ่มเป็นกี่เท่าของเดิม

ก. $\sqrt{2}$ เท่า ข. 2 เท่า ค. $2\sqrt{2}$ เท่า ง. 4 เท่า

8. ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีมวลมากกว่าโลก 2 เท่า แต่มีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของโลก ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ผิวของดาวเคราะห์ดวงนั้นจะเป็นกี่เท่าของค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่โลก

ก. 1/4 ข. 2 ค. 4 ง. 8

9. จงหาอัตราเร็วต่ำสุดของดาวเทียมที่มีวงโคจรสูงจากผิวโลก 400 กิโลเมตร ถ้ารัศมีของโลกเท่ากับ 6.4×10^6 เมตร

ก. 7.8×10^2 เมตรต่อวินาที ข. 8.8×10^2 เมตรต่อวินาที

ค. 8.8×10^3 เมตรต่อวินาที ง. 7.8×10^3 เมตรต่อวินาที

10. ดาวเทียม 2 ดวงโคจรรอบโลกห่างจากโลก 4.5 และ 2 เท่าของรัศมีโลก ตามลำดับ อัตราส่วนของอัตราเร็วเชิงมุมมีค่าเท่าใด

ก. 3.4 ข. 4.2 ค. 5.2 ง. 6.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 6

1. ง
2. ง
3. ค
4. ก
5. ค
6. ก
7. ค
8. ง
9. ง
10. ก

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายและบอกลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย
2. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบสั่นและแบบแกว่ง เช่น การสั่นของสายกีตาร์ การสั่นของสปริง การแกว่งของลูกตุ้ม การแกว่งของชิ่งช้า วัตถุเหล่านี้จะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมหลายครั้ง โดยขณะเคลื่อนที่ออกไปถึงตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะ แล้วก็จะเคลื่อนที่กลับไปสู่อีกทางหนึ่ง และเมื่อถึงอีกตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะแล้วเคลื่อนที่กลับไปอีกทางหนึ่ง และเป็นอย่างนี้หลายครั้งจนในที่สุด ก็จะหยุดเพราะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ตลอดเวลา. โดยเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบสั่น

การเคลื่อนที่ใดๆ ซึ่งเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยผ่านตำแหน่งสมดุลและคาบของการเคลื่อนที่คงตัว เรียกว่า **การเคลื่อนแบบพีริออดิก (periodic motion) หรือ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย** ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบพีริออดิกอย่างหนึ่งที่มีค่าความถี่คงที่แน่นอนค่าเดียว เรียกย่อๆว่า **SHM** (Simple Harmonic Motion)

การกระจัดทาง X ในรูปฟังก์ชันของเวลา t ของ SHM โดยทั่วไปเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$x = x_m \cos(\omega t + \phi)$$

สำหรับการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย คือการเคลื่อนที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา และเป็นฟังก์ชันรูปไซน์ หรือ เป็นฟังก์ชันรูปโคไซน์

โดยที่ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

จะได้ $v_{max} = (\frac{2\pi}{T})A$

แทนค่า $v_{max} = \left(\frac{2\pi}{2}\right)(0.1)$

$v_{max} = 0.1\pi$

$v_{max} = 0.31$ m/s

<u>ตอบ</u> อัตราเร็วขณะเคลื่อนที่ผ่านสมดุลเท่ากับ 0.31 เมตร/วินาที

8. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 7 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

<u>ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย</u>

9. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 7 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

<u>ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม</u>

10. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการติดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

<u>ขั้นสรุป</u>

11. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย ว่า

- การเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคกลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมรอบตำแหน่งสมดุล โดยมีคาบการเคลื่อนที่ (T) และแอมพลิจูด (A) คงตัวเสมอ

- สมการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.สมการการกระจัด $S = A\sin(\phi_0 + \omega t)$

2.สมการความเร็ว $V = \omega A\cos(\phi_0 + \omega t)$

หรือ $V = \pm\omega\sqrt{A^2 - S^2}$

3.สมการความเร่ง $a = -\omega^2 A\sin(\phi_0 + \omega t)$

หรือ $a = -w^2 s$

4.เงื่อนไขการเคลื่อนที่แบบ SHMจะได้ $\sum\vec{F} = -k\vec{S}$

5.ความถี่มาตรฐานของการเคลื่อนที่แบบ SHM

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ หรือ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

ขั้นฝึกทักษะ

12. นักเรียนรับใบงาน 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้ อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

13. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

14. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย ไปทำเป็นการบ้าน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย
2. ใบความรู้ 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย
3. ใบงาน 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย
4. แบบฝึกหัด 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย
5. แบบทดสอบย่อย 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย
6. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การทำกิจกรรม

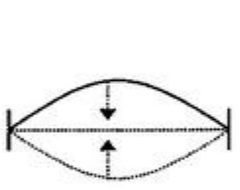
การวัดและการประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน - แบบฝึกหัด - ใบกิจกรรม	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

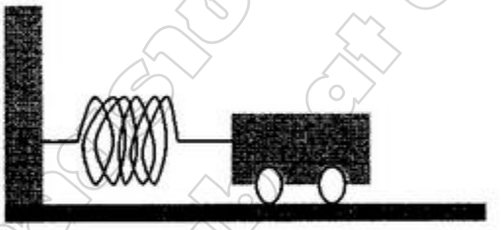
ใบความรู้ที่ 7 เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย

การเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย

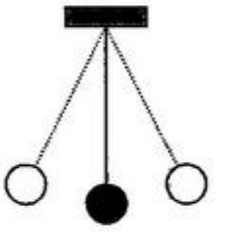
เราได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง (โพรเจคไทล์และวงกลม)มาแล้ว ในหัวข้อนี้จะศึกษาการเคลื่อนที่แบบสั่นและแบบแกว่ง เช่น การสั่นของสายกีตาร์ การสั่นของสปริง การแกว่งของลูกตุ้ม การแกว่งของชิงช้า วัตถุเหล่านี้จะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมหลายครั้ง โดยขณะเคลื่อนที่ออกไปถึงตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะ แล้วก็จะเคลื่อนที่กลับไปสู่อีกทางหนึ่ง และเมื่อถึงอีกตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะแล้วเคลื่อนที่กลับไปอีกทางหนึ่ง และเป็นอย่างนี้หลายครั้งจนในที่สุด ก็จะหยุดเพราะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังรูป 1. โดยเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบสั่น **(oscillatory motion)**



การสั่นของสายกีตาร์



การสั่นของสปริง



การแกว่งของลูกตุ้ม

รูป 1. การเคลื่อนที่แบบสั่น

การเคลื่อนที่ใดๆ ซึ่งเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยผ่านตำแหน่งสมดุลและคาบของการเคลื่อนที่คงตัว เรียกว่า **การเคลื่อนแบบพีริออดิก (periodic motion) หรือ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย** ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบพีริออดิกอย่างหนึ่งที่มีค่าความถี่คงที่แน่นอนค่าเดียว เรียกย่อๆว่า **SHM** (simple harmonic motion)

ปริมาณต่างๆ ที่สำคัญของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (SHM) คือ

1. แอมพลิจูด (amplitude , A) คือ ขนาดของการกระจัดของวัตถุที่วัดจากตำแหน่งสมดุลถึงจุดปลายทั้งสองข้าง ซึ่งมีค่ามากที่สุดและมีค่าคงที่เสมอ

2. คาบ (period , T) คือ ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ มีหน่วยเป็นวินาทีต่อรอบ หรือ วินาที

3. ความถี่ (frequency , f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

การกระจัดทาง X ในรูปฟังก์ชันของเวลา t ของ SHM โดยทั่วไปเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$x = x_m \cos(\omega t + \phi) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

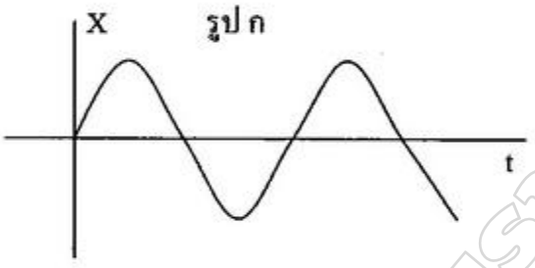
ซึ่ง x_m , ω และ ϕ เป็นค่าคงตัว

X_m เป็น การกระจัดสูงสุด คือ แอมพลิจูด

ω เป็นความถี่เชิงมุม หรือ อัตราเร็วเชิงมุม คือ มุมที่กวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

ϕ เป็น เฟส (phase , ϕ) คือ ค่าตำแหน่งเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ซ้ำทางเดิม

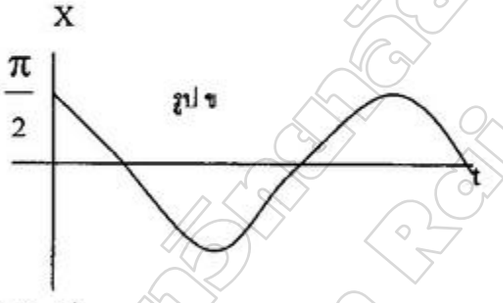
การเคลื่อนที่ของวัตถุในลักษณะนี้ จะเป็นรูปไซน์หรือโคไซน์ ขึ้นอยู่กับค่า ϕ เริ่มต้น เช่น



จากรูป ก ค่า ϕ เริ่มต้น คือ $\frac{\pi}{2}$ ก็เป็นรูปไซน์ เมื่อเทียบกับสมการ (1)

$$x = x_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

จะได้ $x = x_m \sin \omega t$ รูปไซน์



จากรูป ข ค่า ϕ เริ่มต้น คือ 0 ก็เป็นรูปโคไซน์ เมื่อเทียบกับสมการ (1)

$$x = x_m \cos(\omega t + 0)$$

จะได้ $x = x_m \cos \omega t$

รูปโคไซน์

ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูป

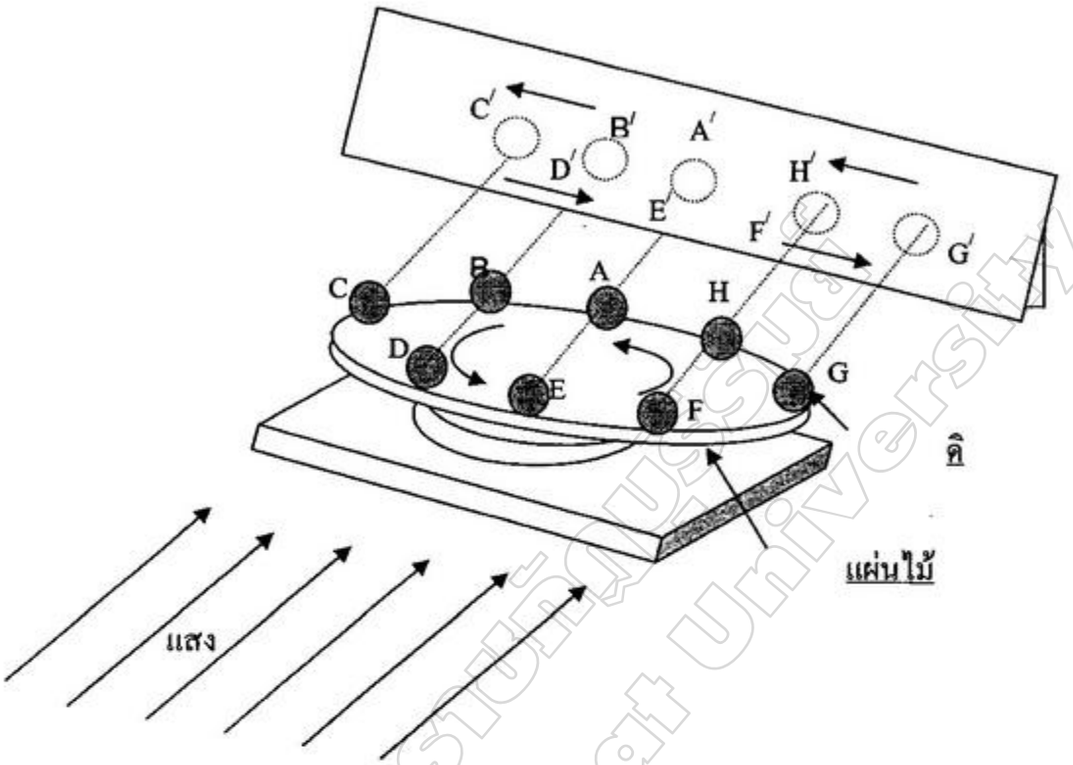
$$x = A \sin \omega t \quad ,$$

เมื่อ $x_m = A$ (การกระจัดสูงสุด คือ แอมพลิจูด)

สรุปได้ว่า สำหรับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คือการเคลื่อนที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา และเป็นฟังก์ชันรูปไซน์ หรือ เป็นฟังก์ชันรูปโคไซน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเทียบกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม



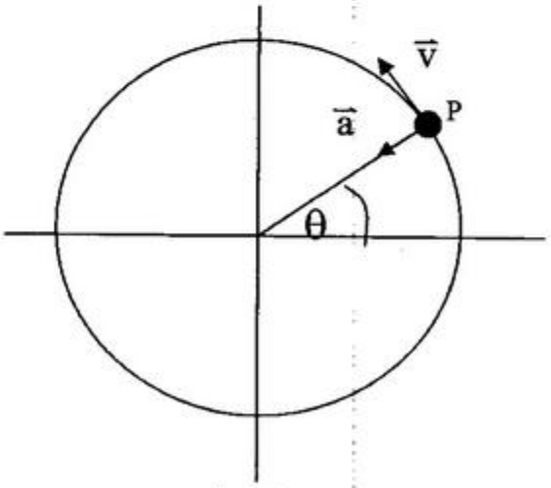
รูป 2. การฉายแสงผ่านวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ปรากฏเงาบนฉากเป็น SHM

ถ้านำดินน้ำมันก้อนโตพอเหมาะ ติดไว้ที่ขอบวงล้อกลมหรือแผ่นไม้วงกลมซึ่งหมุนได้คล่องในแนวระดับ เมื่อหมุนวงล้อให้มีอัตราเร็วสม่ำเสมอ ดินน้ำมันจะเคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอด้วย เมื่อฉายลำแสงขนานในแนวระดับไปที่ดินน้ำมัน ดังรูป 2. เงาของดินน้ำมันจะปรากฏบนฉากข้างหลัง โดยการเคลื่อนที่ของเงาจะกลับไปกลับมาในแนวตรงเป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

เงาบนฉากของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ก็เหมือนกับการคิดองค์ประกอบทาง x ของการเคลื่อนที่ของจุด ๆ หนึ่งเป็นวงกลมระนาบ xy ดังรูป 3. ให้จุดหนึ่งเคลื่อนที่มาแล้วเป็นเวลา t จากจุดตั้งต้นบนแกน x ถึงตำแหน่งที่ทำมุม θ โดยเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่มีอัตราเร็วสม่ำเสมอ ดังนั้น $\theta = \omega t$ ถ้าวงกลมมีรัศมี R จะมี

องค์ประกอบของตำแหน่งบนแกน x คือ

$$x = R\cos\theta = R\cos\omega t$$



รูป 3. จุด P เคลื่อนที่เป็นวงกลมอย่างสม่ำเสมอบนระนาบ xy

องค์ประกอบของความเร็วบนแกน x คือ

$$v_x = -v \sin\theta = -\omega R \sin \omega t$$

องค์ประกอบของความเร่งบนแกน x คือ

$$a_x = -a \cos\theta = -\omega^2 R \cos \omega t$$

หรือ $a_x = -\omega^2 x$

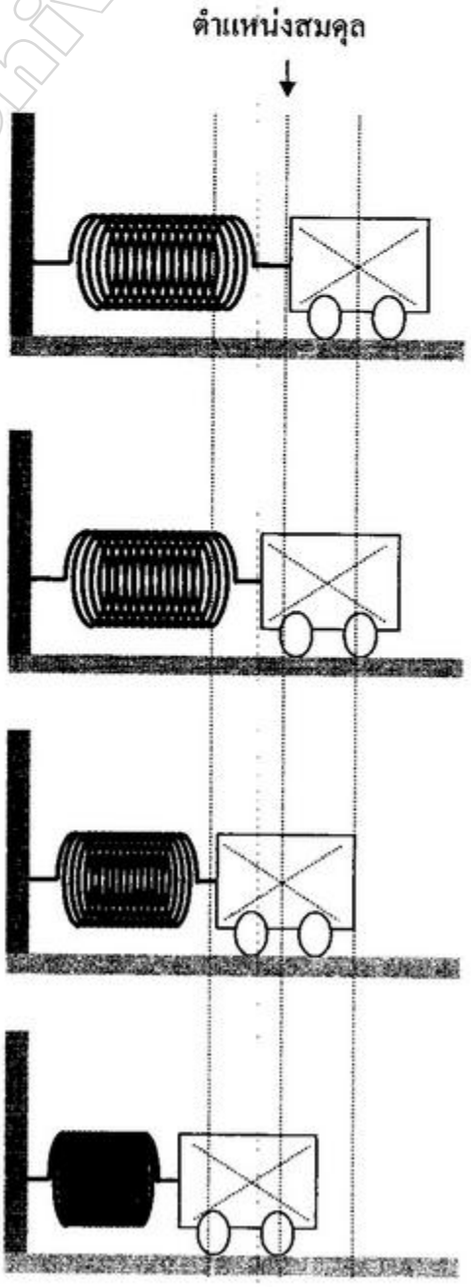
จากสมการ $a_x = -\omega^2 x$ แสดงลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คือ การมีความเร่งเป็นปฏิภาคกับการกระจัดแต่มีทิศตรงข้าม เนื่องจาก ω^2 มีค่าคงตัว ทั้งนี้ทิศของความเร่งจะเป็นทิศเดียวกับแรง และแรงจะต้องเป็นแรงเข้าหาจุดสมดุลในขณะที่การกระจัดมีทิศออกไปจากสมดุล

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง

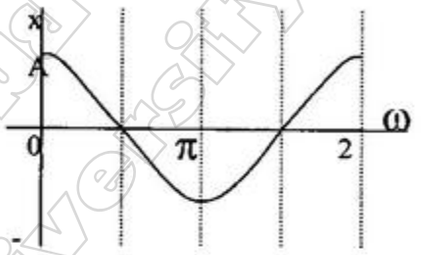
ถ้านำปลายหนึ่งของสปริงยึดติดกับผนัง ส่วนอีกปลายหนึ่งยึดติดกับรถทดลองซึ่งอยู่บนพื้นราบที่มีแรงเสียดทาน แต่รถทดลองมีล้อที่มีแรงเสียดทานน้อยมาก จัดสปริงให้ขนานกับพื้นและรถทดลองอยู่นิ่ง ตำแหน่งเริ่มต้นของรถทดลองขณะนี้ เรียกว่า **ตำแหน่งสมดุล** ดังรูป 4 ค.

เมื่อดึงรถทดลองให้สปริงยืดและรถออกจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะ A จะได้การกระจัดของรถทดลองมีค่า A และมีแรง $\vec{F}$ ของสปริงดึงรถทดลองไปทางซ้าย ดังรูป 4 ก. แรงนี้เรียกว่า **แรงดึงกลับ** (restoring force) มีค่าตาม $\vec{F} = -k\vec{x}$ ซึ่งแสดงว่าขนาดของแรงดึงกลับแปรผันตรงกับระยะยืดหรือหดของสปริงหรือขนาดการกระจัด แต่แรงดึงกลับ $\vec{F}$ มีทิศตรงข้ามกับการกระจัด $\vec{x}$ โดย k เป็นค่าคงตัวของสปริง

เมื่อปล่อยมือ แรง $\vec{F}$ จะดึงรถทดลองเคลื่อนที่กลับไปทางซ้ายเข้าหาตำแหน่งสมดุลด้วยความเร่ง $\vec{a}$ ทำให้ความเร็วมีขนาดเพิ่มขึ้นและมีทิศไปทางซ้าย ขนาดของแรง $\vec{F}$ จะลดลงเพราะขนาดการกระจัด $\vec{x}$ ลดลง การเคลื่อนที่เป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อรถทดลองเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งสมดุล ขนาดของการกระจัด $\vec{x}$ เป็นศูนย์ ขนาดของ $\vec{F}$ และ $\vec{a}$ ก็เป็นศูนย์แต่ความเร็ว



$\bar{v}$ ของรถทดลองจะมีค่ามากที่สุดและมีทิศไปทางซ้าย ดังรูป 4 ค. จากนั้นรถทดลองจะเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งสมดุลไปทางซ้ายต่อไปอีก และอัดลวดสปริงให้หดสั้น ลวดสปริงก็จะออกแรง $\bar{F}$ มีทิศไปทางขวาต้านการเคลื่อนที่ของรถทดลอง ในขณะนี้รถทดลองจะเคลื่อนที่ของรถทดลอง ในขณะนี้รถทดลองจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง $\bar{a}$ ทีมีทิศไปทางขวาทำให้ความเร็วรถทดลองลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งความเร็วเป็นศูนย์ ขณะนี้รถทดลองมีการกระจัด – A ดังรูป 4 จ. แล้วเคลื่อนที่ต่อไปดังรูป ซึ่งการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เราอาจเขียนกราฟของการกระจัดกับเวลาของการเคลื่อนที่ของรถทดลองในรูป 4. ได้ดังกราฟ รูป 5



รูป 5. กราฟของการกระจัดกับ

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถทดลองติดปลายสปริงที่เคลื่อนที่ แรงสปริงกระทำต่อรถทดลองจะมีค่าเป็น $\bar{F} = -k\bar{x}$ ถ้าให้ m เป็นมวลของรถทดลอง และ $\bar{a}$ เป็นความเร่งของรถทดลอง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน จะได้

$$F = ma$$

$$-kx = ma$$

และ $$a = -\frac{k}{m}x$$

นั่นคือ การเคลื่อนที่ของรถทดลองติดสปริงเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของเงาของดินน้ำมัน มีความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัด แต่มีทิศตรงกันข้าม

เทียบสมการ $a = -\frac{k}{m}x$ กับสมการ $a_x = -\omega^2 x$ จะได้ว่า

$$-\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$$

ดังนั้น $$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

ความถี่เชิงมุมของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีความสัมพันธ์กับค่าคงตัวของสปริงและมวลของวัตถุที่ติดกับสปริงดังสมการ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

ตัวอย่าง มวล 4 กิโลกรัมติดกับปลายลวดสปริงดึงสปริงให้ยืดออก แล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย บนพื้นราบเกลี้ยง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบใช้เวลา 1 วินาที จงหาค่านิจของสปริงนี้

วิธีทำ จาก $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, เมื่อ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

จะได้ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

ดังนั้น $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$

$$= \frac{4(3.14)^2(4\,kg)}{(1\,s)^2}$$

$$= 157.75 \quad kg/s^2$$

ตอบ ค่านิจของสปริงเท่ากับ 157.75 กิโลกรัมต่อวินาทียกกำลังสอง

****

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบงาน 7

ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. การเคลื่อนไปกลับ ซ้ำทางเดิม แต่ช่วงการสั่นไม่คงที่ เรียกว่า .....
2. การเคลื่อนที่ไปกลับ ซ้ำทางเดิม และช่วงการสั่น หรือ ความถี่คงตัว เรียกว่า .....
3. การเคลื่อนที่แบบ SHM ณ ตำแหน่ง สมดุล ปริมาณอะไร เป็นศูนย์ .....
4. การเคลื่อนที่แบบ SHM ณ ตำแหน่งไกลสุด จากตำแหน่งสมดุล ปริมาณอะไร เป็นศูนย์ .....
5. การเคลื่อนที่แบบ SHM ขนาดความเร่งของวัตถุ จะแปรผันตรงกับปริมาณใด .....
6. การเคลื่อนที่แบบ SHM ความเร่ง จะมีทิศตรงข้ามกับปริมาณใดเสมอ .....
7. เมื่อสมการ การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบ SHM คือ $x = 2\cos 5t$ แอมพลิจูด มีค่าเท่าใด .....
8. เมื่อสมการ อัตราเร็วของการเคลื่อนที่แบบ SHM คือ $v = 6\sin 10\pi t$ อัตราเร็วสูงสุด มีค่าเท่าใด .....
9. จาก ข้อ 8. ความถี่ของการเคลื่อนนี้ มีค่าเท่าใด .....
10. เมื่อสมการ อัตราเร่งของการเคลื่อนที่แบบ SHM คือ $a = 4\sin 20\pi t$ อัตราเร่งสูงสุด มีค่าเท่าใด .....

11. ติดมวล 9 กิโลกรัมกับปลายสปริงข้างหนึ่ง ปลายอีกข้างยึดติดผนังไว้ ดึงมวลนี้ไปบนพื้นเรียบด้วยแรงเล็กน้อยแล้วปล่อย มวลนี้จะเคลื่อนที่แบบ SHM ด้วยคาบกี่วินาที เมื่อค่านิจสปริงเท่ากับ $4\pi^2$ นิวตันต่อเมตร

วิธีทำ จาก $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$T =$ .....

$T =$ ..... วินาที **ตอบ**

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยใบงาน 7

ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. การเคลื่อนไปกลับ ซ้ำทางเดิม แต่ช่วงการสั่นไม่คงที่ เรียกว่า **การเคลื่อนที่แบบสั่น**
2. การเคลื่อนที่ไปกลับ ซ้ำทางเดิม และช่วงการสั่น หรือ ความถี่คงตัว เรียกว่า **การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก**
3. การเคลื่อนที่แบบ SHM ณ ตำแหน่ง สมดุล ปริมาณอะไร เป็นศูนย์ **การกระจัด**
4. การเคลื่อนที่แบบ SHM ณ ตำแหน่งไกลสุด จากตำแหน่งสมดุล ปริมาณอะไร เป็นศูนย์ **ความเร็ว**
5. การเคลื่อนที่แบบ SHM ขนาดความเร่งของวัตถุ จะแปรผันตรงกับปริมาณใด **การกระจัด**
6. การเคลื่อนที่แบบ SHM ความเร่ง จะมีทิศตรงข้ามกับปริมาณใดเสมอ **การกระจัด**
7. เมื่อสมการ การกระจัดของการเคลื่อนที่แบบ SHM คือ $x = 2\cos 5t$ แอมพลิจูด มีค่าเท่าใด

ตอบ แอมพลิจูด มีค่าเท่ากับ **2**

8. เมื่อสมการ อัตราเร็วของการเคลื่อนที่แบบ SHM คือ $v = 6\sin 10\pi t$ อัตราเร็วสูงสุด มีค่าเท่าใด

ตอบ อัตราเร็วสูงสุด มีค่าเท่ากับ **6**

9. จาก ข้อ 8. ความถี่ของการเคลื่อนนี้ มีค่าเท่าใด ความถี่ มีค่าเท่ากับ **5**
10. เมื่อสมการ อัตราเร่งของการเคลื่อนที่แบบ SHM คือ $a = 4\sin 20\pi t$ อัตราเร่งสูงสุด มีค่าเท่าใด

ตอบ อัตราเร่งสูงสุด มีค่าเท่ากับ **4**

11. ติดมวล 9 กิโลกรัมกับปลายสปริงข้างหนึ่ง ปลายอีกข้างยึดติดผนังไว้ ดึงมวลนี้ไปบนพื้นเรียบด้วยแรงเล็กน้อยแล้วปล่อย มวลนี้จะเคลื่อนที่แบบ SHM ด้วยคาบกี่วินาที เมื่อค่านิจสปริงเท่ากับ $4\pi^2$ นิวตันต่อเมตร

วิธีทำ จาก $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{9}{4\pi^2}}$

$T = 3$ วินาที **ตอบ**

แบบฝึกหัด 7

1. มวล 2 กิโลกรัม ผูกติดกับสปริงในแนวดิ่ง แล้วทำให้สั่นขึ้นลง พบว่ามีคาบการสั่น 2 วินาที ถ้าเพิ่มมวลไปอีก m กิโลกรัม สปริงจะมีคาบการสั่น 3 วินาที จงหาขนาดของมวล m เป็นกี่กิโลกรัม

2. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของอนุภาคหนึ่งพบว่า มีอัตราเร็ว 1.4 รอบต่อวินาที และมีแอมพลิจูด 0.5 เมตร จงหาอัตราเร็วสูงสุด และอัตราเร่งสูงสุดของอนุภาคนี้

3. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของอนุภาคหนึ่ง มีความสัมพันธ์ของการกระจัดกับเวลา ดังสมการ $x = 5 \cos 10t$ จงเขียนสมการความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลา

4. สปริงหนึ่งมีค่านิจ 100 นิวตันต่อเมตร ปลายสปริงข้างหนึ่งติดกับมวล 0.49 กิโลกรัม ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของสปริงติดกับผนัง เมื่อดึงมวลแล้วปล่อยให้สปริงเคลื่อนที่แบบ SHM บนพื้นลื่น จะมีคาบของการเคลื่อนที่เท่าใด

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 7

1. สำหรับการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก อัตราส่วนระหว่างการกระจัดของวัตถุกับปริมาณใดต่อไปนี้มีค่าคงตัวเสมอ

ก. มวลของวัตถุ ข. ความเร็วของวัตถุ

ค. ความเร่งของวัตถุ ง. คาบของการแกว่งของวัตถุ

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีแอมพลิจูดคงตัว
2) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความถี่คงตัว
3) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความเร็วคงตัว

ข้อความที่ถูกต้องคือ

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

3. วัตถุหนึ่งมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ได้ความเร่งสูงสุดและความเร็วสูงสุดเท่ากับ 54 เมตรต่อ(วินาที)^2 และ 6 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ จงหาแอมพลิจูดของวัตถุนี้เป็นกี่เรเดียนต่อวินาที

ก. 9 ข. 1.5 ค. 0.67 ง. 0.11

4. รถมวล 490 กรัม ติดกับปลายสปริง เมื่อดึงด้วยแรง 5 นิวตัน ในทิศขนานกับพื้น สปริงจะยืดออก 20 เซนติเมตร เมื่อปล่อย รถจะเคลื่อนที่กลับไปมา บนพื้นเกลี้ยงด้วยคาบกี่วินาที

ก. 0.88 ข. 1.76 ค. 2.64 ง. 3.52

5. สมการ การกระจัดของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็น $x = 2 \cos 12t$ ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. แอมพลิจูด = 12 หน่วย ข. อัตราเร็วสูงสุด = 24 หน่วย

ค. อัตราเร็วเชิงมุม = 2 หน่วย ง. ความเร่งสูงสุด = 72 หน่วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี Thepsatri Rajabhat University

6. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่าเฟสของการกระจัดและของความเร่งมีความต่างกันอยู่เท่าใด

ก. 0 ข. $\frac{\pi}{2}$ ค. $\frac{3\pi}{4}$ ง. π

7. มวล 0.01 kg ติดสปริงซึ่งตั้งไว้ในแนวดิ่ง ค่านิจสปริง 100 ถ้าทำให้เกิดการสั่นขึ้น -ลงของสปริงมวลนั้นจะสั่นด้วยความถี่เท่าใด

ก. 0.63 Hz ข. 6.3 Hz ค. 1.59 Hz ง. 15.9 Hz

8. เมื่อแขวนน้ำหนักอันหนึ่งไว้กับขดสปริงที่ยาวและเบา ปรากฏว่าสปริงยืด 10 cm จงหาคาบเวลาการสั่นเมื่อดึงลงมาเล็กน้อยแล้วปล่อย

ก. 0.20 s ข. 0.31 s ค. 0.63 s ง. 1.26 s

9.อนุภาคหนึ่งเคลื่อนแบบซิมเปิลฮาร์โมนิค ด้วยแอมปลิจูด A และคาบเวลา T จงหาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดที่มีการกระจัด $\frac{A}{2}$ ไปยังจุดที่มีการกระจัด A

ก. T/12 ข. T/6 ค. T/4 ง. T/2

10. ตัวสั่นฮาร์มอนิกมีคาบของการสั่น 1.5×10^{-3} วินาที และมีแอมพลิจูด 10^{-3} เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วของตัวสั่นนี้ เมื่อมีการกระจัดเป็นศูนย์

ก. 2.934 เซนติเมตร/วินาที ข. 3.928 เซนติเมตร/วินาที

ค. 4.189 เซนติเมตร/วินาที ง. 4.324 เซนติเมตร/วินาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 7

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

เรื่อง การแกว่งแบบลูกตุ้ม **จำนวน 3 ชั่วโมง**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลองเรื่องลูกตุ้มอย่างง่าย เพื่อหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

สาระสำคัญ

ลูกตุ้มอย่างง่ายคือ ลูกตุ้มที่ประกอบด้วยมวลขนาดเล็ก ตามอุดมคติเป็นจุด แขวนที่ปลายด้านหรือเชือกอ่อน โดยธรรมชาติวัตถุแขวนห้อยในแนวดิ่งเป็นตำแหน่งสมดุล เมื่อดึงวัตถุให้เอียงทำมุมเล็กๆ กับแนวดิ่งแล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แกว่งกลับไปมา ซึ่งจะพิจารณาได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นทบทวนความรู้เดิม</u>

1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม และยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ที่นักเรียนเคยพบเห็น

<u>ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น</u>

2. ครูสนทนาและซักถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่า

- การแกว่งของลูกตุ้มสามารถหาค่าใดได้บ้าง

3. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและอธิบายการทำกิจกรรม การศึกษาใบความรู้ การทำใบงาน และการทำแบบฝึกหัด

<u>ขั้นเรียนกลุ่มย่อย</u>

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรม 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านคำสั่งในใบกิจกรรม 8 และทำงานร่วมกันตามคำสั่ง โดยนักเรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มได้

6. นักเรียนร่วมกันตรวจผลงานของสมาชิกภายในกลุ่ม สมาชิกที่ยังไม่เข้าใจหรือยังทำไม่ได้ตามคำสั่ง ให้เพื่อนที่เข้าใจอธิบายให้ฟัง หากยังไม่เข้าใจจึงแจ้งครูเพื่อให้ครูอธิบายให้ฟัง

7. ครูสุ่มตัวแทนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง

8. ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ 8 เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

9. ครูอธิบายเพิ่มเติม และยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากใบความรู้ 8

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ลูกตุ้มนาฬิกาแขวนด้วยเชือกยาว 2 เมตร จงหาความถี่ของลูกตุ้มในกรณีต่อไปนี้

ก. แกว่งบนพื้นโลก

ข. แกว่งในลิฟท์ขึ้นด้วยความเร่ง 2 m/s^2

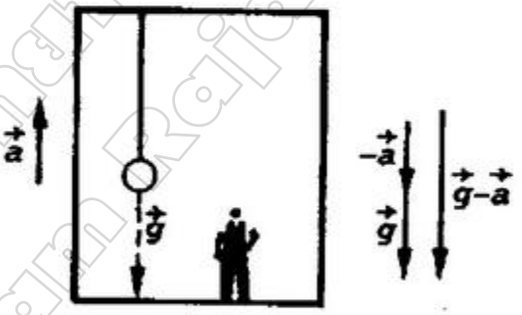
ค. แกว่งในลิฟท์ลงด้วยความเร่ง 2 m/s^2

<u>วิธีทำ</u> ก. แกว่งบนพื้นโลกจะได้ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}}$

แทนค่าจะได้ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{10}{2}} = \frac{\sqrt{5}}{2\pi}$

$= 0.356$ รอบ/วินาที **<u>ตอบ</u>**

ข.เมื่อแกว่งในลิฟท์ที่เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 m/s^2



ขนาดของความเร่งลัพธ์ของลูกตุ้มเมื่อเทียบกับคนในลิฟท์

$|\vec{g} - \vec{a}| = 10 + 2 = 12$ m/s^2

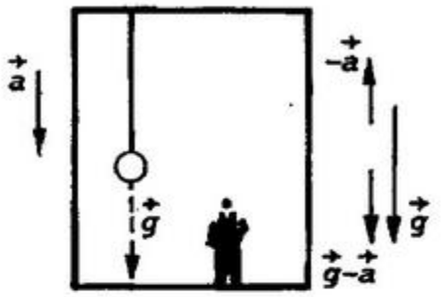
ความถี่ของการแกว่ง $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{|\vec{g} - \vec{a}|}{\ell}}$

แทนค่า $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{12}{2}}$

$= 0.39$ รอบ/วินาที **<u>ตอบ</u>**

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ค. เมื่อแกว่งในลิฟท์ที่เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 2



ขนาดของความเร่งลัพท์ของลูกตุ้มเทียบกับคนในลิฟท์

$$|\vec{g}-\vec{a}| = 10\text{-}2 = 8 \text{ m/s}^2$$

ความถี่ของการแกว่ง $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{|\vec{g}-\vec{a}|}{\ell}}$

แทนค่า $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{8}{2}}$

$= 0.318$ รอบ/วินาที **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 2 ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 2.009 วินาที. ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 16.00 เมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าไร

วิธีทำ คาบการแกว่ง $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ---------❶

ถ้า ℓ_1=1 m T_1= 2.009 s จะได้ $T_1 = 2\pi\sqrt{\ell_1/g}$ ---------❷

ถ้า ℓ_2=16 m T_2= ? จะได้ $T_2 = 2\pi\sqrt{\ell_2/g}$ --------❸

❸/❷ ; $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}}$

แทนค่าจะได้ $\frac{T_2}{2.009} = \sqrt{\frac{16}{1}}$

$T_2 = 8.036$ วินาที **ตอบ**

10. ครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ 8 และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

11. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อย 8 ตามลำพัง สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อยครั้งนี้จะนำไปคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มเพื่อให้รางวัลในคาบต่อไป

ขั้นคิดคะแนนของกลุ่ม

12. ครูคิดคะแนนกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้รับการยกย่องในคาบต่อไป โดยทำการติดคะแนนไว้ที่บอร์ดหน้าห้อง

ขั้นสรุป

13. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้ม ว่า

- การแกว่งของลูกตุ้มเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายเนื่องจากความเร่งของลูกตุ้มแปรผันตรงกับการกระจัด และมีทิศตรงกันข้าม

- คาบเวลาการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

ขั้นฝึกทักษะ

14. นักเรียนรับใบงาน 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม อ่านคำสั่งและลงมือทำตามคำสั่งนั้น โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มสามารถให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ผู้ที่มีความเข้าใจสามารถทำได้ อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ

15. นักเรียนช่วยกันตรวจใบงาน เพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในใบงาน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

16. นักเรียนรับแบบฝึกหัด 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม ไปทำเป็นการบ้าน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม
2. ใบความรู้ 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม
3. ใบงาน 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม
4. แบบฝึกหัด 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม
5. แบบทดสอบย่อย 8 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม
6. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การทำกิจกรรม

การวัดและการประเมินผล

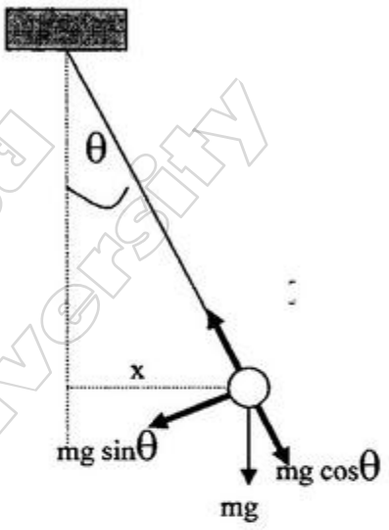
รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การสังเกตพฤติกรรม - การร่วมกิจกรรม - การซักถาม/ตอบคำถาม	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- นักเรียนส่วนใหญ่ซักถาม/ตอบคำถามได้ถูกต้อง - นักเรียนร้อยละ 80 ร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจ/ตั้งใจ
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	- ใบงาน - แบบฝึกหัด - ใบกิจกรรม	- นักเรียนทำใบงาน/แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรมได้ถูกต้อง
3. การวัดผลหลังเรียน	- แบบทดสอบย่อย	- นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบความรู้ที่ 8 การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ลูกตุ้มอย่างง่ายคือ ลูกตุ้มที่ประกอบด้วยมวลขนาดเล็ก ตามอุดมคติเป็นจุด แขวนที่ปลายด้ายหรือเชือกอ่อน โดยธรรมชาติวัตถุแขวนห้อยในแนวดิ่งเป็นตำแหน่งสมดุล เมื่อดึงวัตถุให้เอียงทำมุมเล็กๆ กับแนวดิ่งแล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แกว่งกลับไปมา ซึ่งจะพิจารณาได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย



รูป 6. ลูกตุ้มแกว่งทำมุม θ

ถ้าแกว่งลูกตุ้มมวล m ผูกกับเส้นเชือกยาว L เอียงเป็นมุม θ เรเดียนกับแนวดิ่ง

ลูกตุ้มมวล m จะมีแรงสองแรงกระทำต่อมวล m คือ น้ำหนักของลูกตุ้ม mg และแรงในเส้นเชือก T ซึ่งทำมุม θ เรเดียนกับแนวดิ่ง ดังรูป 6. สองแรงนี้รวมกันได้แรงลัพธ์เป็น mg sinθ ตามแนวเส้นสัมผัสซึ่งตั้งฉากกับเส้นเชือก

เนื่องจากแรง mg สามารถคิดแยกออกเป็น 2 แรงในแนวตั้งฉากกัน ดังรูป จะเห็นว่าแรง mg sinθ เป็นแรงที่ดึงมวล m กลับสู่ตำแหน่งสมดุล ให้แรงนี้เป็นแรง F ขณะที่ mg cosθ มีขนาดเท่ากับ T ทำให้เชือกตึงยาวเท่าเดิม เมื่อคำนึงถึงทิศด้วย แรงลัพธ์ F คือ

$$F = -mg\sin\theta$$

ถ้ามุม θ เป็นมุมเล็กๆ การเคลื่อนที่โค้งประมาณได้ว่าเป็นเส้นตรง คือ การกระจัด x และ $\sin\theta = \frac{x}{L}$ จะได้ $F = -mg\frac{x}{L}$

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน $F = ma$

จะได้ $-mg\frac{x}{L} = ma$

$$a = -\frac{g}{L}x$$

จะเห็นว่า ความเร่งของลูกตุ้มแปรผันตรงกับการกระจัด และมีทิศตรงกันข้ามการแกว่งของลูกตุ้ม จึงเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วย

เนื่องจากอัตราเร่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คือ $a = -\omega^2 x$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ดังนั้น $-\omega^2 x = -\frac{g}{L}x$

$\omega^2 = \frac{g}{L}$, และ $\omega = 2\pi f$

จะได้ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$

และ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

สมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ อาจนับว่าเป็นสมการที่ทำนายคาบของลูกตุ้มอย่างง่ายจากที่ได้วิเคราะห์มาตามหลักการของการเคลื่อนที่ที่ต้องเป็นไปตามกฎของนิวตัน

สรุปการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูปที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา

$x = A\cos\omega t$

$v = \omega A\sin\omega t$

$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$v_m = \omega A$

$a = \omega^2 A\cos\omega t$

$a = \omega^2 x$

$a_m = \omega^2 A$

ตัวอย่าง ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลายของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อ(วินาที)^2

ก. จงหาความถี่ของการแกว่ง

ข. จงหาความเร็วที่จุดสมดุล

ค. จงหาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร

วิธีทำ ก. หาความถี่ของการแกว่ง

จาก $a_m = -\omega^2 A$

คิดเฉพาะขนาด $a_m = \omega^2 A$

$$\omega = \sqrt{\frac{a_m}{A}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{8\times10^{3}\ m/s^{2}}{2\times10^{-3}\ m}} = 2\times10^{3}\ rad/s = 2{,}000\ rad/s$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2000}{2(\frac{22}{7})} = \frac{7000}{22} = 3.18\times10^{2}\ Hz$$

ข. หาความเร็วที่จุดสมดุล

จาก $v_m = \omega A$

$v = (2{,}000\ rad/s)(2\times10^{-3}\ m)$

$v = 4\ m/s$

ค. หาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร

$$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

$$v = (2{,}000\ rad/s)\sqrt{(2\times10^{-3}\ m)^2 - (1.2\times10^{-3}\ m)^2}$$

$v = 3.2\ m/s$

ตัวอย่าง ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 2.009 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 16.00 เมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าไร

วิธีทำ คาบการแกว่ง $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ---------❶

ถ้า $\ell_1 = 1$ m $T_1 = 2.009$ s จะได้ $T_1 = 2\pi\sqrt{\ell_1/g}$ ---------❷

ถ้า $\ell_2 = 16$ m $T_2 = ?$ จะได้ $T_2 = 2\pi\sqrt{\ell_2/g}$ --------❸

❸/❷ ; $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}}$

แทนค่าจะได้ $\frac{T_2}{2.009} = \sqrt{\frac{16}{1}}$

$T_2 = 8.036$ วินาที ตอบ

ใบกิจกรรม 8 ลูกตุ้มอย่างง่าย

จุดประสงค์ เพื่อหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก g

อุปกรณ์

1. เส้นเอ็น
2. ไม้หนีบ
3. นอต
4. กระดาษกราฟ
5. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

1. ใช้นอตเป็นลูกตุ้มอย่างง่าย ผูกสายเอ็นยาวประมาณ 1 เมตรกับลูกตุ้ม ใช้ไม้หนีบ หนีบใกล้อีกปลายหนึ่งของเส้นเอ็น ยึดไม้หนีบกับขอบโต๊ะ(อาจใช้หนังสือหนักทับไว้) ให้ลูกตุ้มห้อยในแนวดิ่ง ความยาวของเส้นเอ็น (l) ให้วัดจากจุดล่างของที่หนีบถึงจุดศูนย์กลางของลูกตุ้ม

2. แกว่งลูกตุ้ม และจับเวลาการแกว่งเพื่อหาคาบ T โดยให้เปลี่ยนค่าความยาวของเส้นเอ็นรวม 6 ค่า การจับเวลาแต่ละครั้งให้จับเวลาเมื่อลูกตุ้มแกว่งครบ 30 รอบ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของเวลาครบ 30 รอบ แล้วจึงหาคาบ จากนั้น เขียนกราฟระหว่าง T^2 กับ l โดยให้ T^2 อยู่บนแกนตั้ง l อยู่บนแกนนอน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบบันทึกกิจกรรม 8

กลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิก 1. .....เลขที่.....

2. .....เลขที่.....

3. .....เลขที่.....

4. .....เลขที่.....

5. .....เลขที่.....

ตารางบันทึกผล

ความยาวสายเอ็น (cm)	เวลา 30 รอบ(s)				คาบ T (s)	T^2 (s^2)
	1	2	3	เฉลี่ย		

กราฟระหว่าง T^2 กับ l

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirarm Rajabhat University

คำถาม

1. จากกราฟ T^2 กับ l มีความสัมพันธ์อย่างไร และความสัมพันธ์นี้มีความหมายอย่างไรกับ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

ตอบ .....

2. หาค่า g จากความชันของกราฟ และประมาณความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปได้ ค่า g ที่ได้จากการทดลองเป็นเท่าใด

ตอบ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

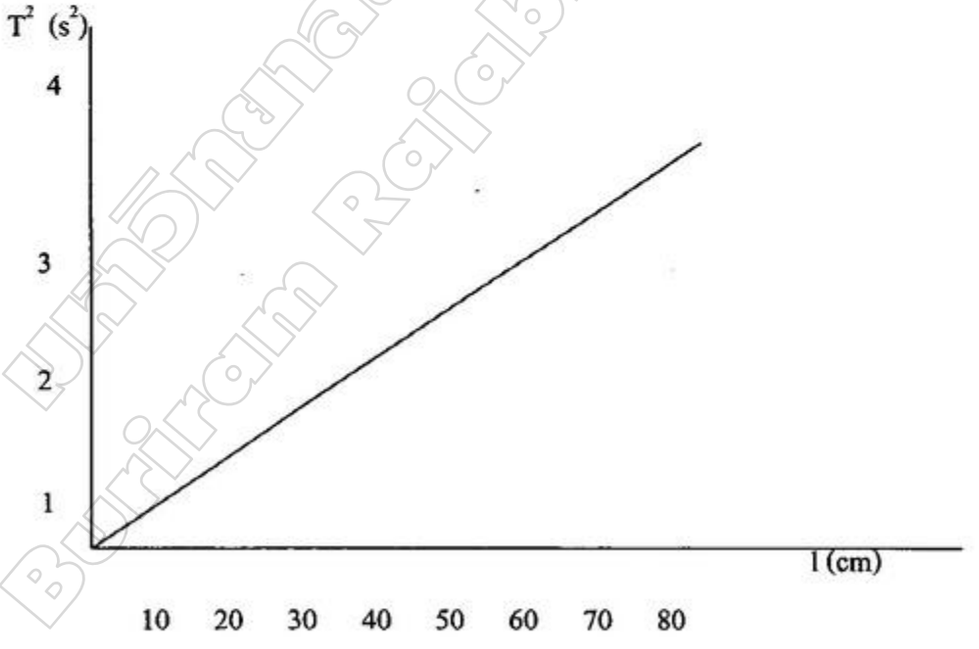
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบบันทึกกิจกรรม 8

ตารางบันทึกผล

ความยาวสายเอ็น (cm)	เวลา 30 รอบ(s)				คาบ T (s)	T^2 (s^2)
	1	2	3	เฉลี่ย		
30.5	34	35	34	34.3	1.14	1.30
41.6	39	39	39	39.0	1.30	1.69
49.4	43	43	42	42.7	1.42	2.02
57.1	46	46	46	46.0	1.53	2.34
67.1	51	50	50	50.3	1.68	2.82
81.0	54	55	55	54.7	1.82	3.31

กราฟระหว่าง T^2 กับ l



มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

คำถาม

1. จากกราฟ T^2 กับ l มีความสัมพันธ์อย่างไร และความสัมพันธ์นี้มีความหมายอย่างไรกับ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

ตอบ คาบยกกำลังสองแปรผันตรงกับความยาวของสายเอ็น $T^2 \alpha l$ หรือ $T^2 = kl$

แสดงว่า ค่า k คือ $\frac{4\pi^2}{g}$

2. หาค่า g จากความชันของกราฟ และประมาณความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปได้ ค่า g ที่ได้จากการทดลองเป็นเท่าใด

ตอบ หาค่า g จาก $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ จะได้ค่า $g = 9.49 \pm 0.23\ m/s^2$

สรุปผลการทดลอง

1. เมื่อเพิ่มความยาวของเส้นเอ็น จะทำให้คาบการแกว่งเพิ่มขึ้นด้วย
2. ค่า g ที่ได้มีค่าคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง ($g = 9.8\ m/s^2$) อาจเนื่องจากความคลาดเคลื่อนที่ในการวัดความยาวของสายเอ็น การจับเวลาคาบการแกว่งของลูกตุ้ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ใบงาน 8

1. คาบการแกว่งของลูกตุ้มขึ้นอยู่กับปริมาณใด.....

2. สมการการหาคาบการแกว่งของลูกตุ้ม คือ .....

3. การแกว่งของลูกตุ้มเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายเนื่องจาก.....

.....

4. ลูกตุ้มที่มีแขนยาวจะมีคาบการแกว่ง...(มากกว่า / น้อยกว่า)...ลูกตุ้มที่มีแขนสั้น

5. มวล 1 กิโลกรัมผูกด้วยเชือกยาว 0.1 เมตร ถูกจับให้แกว่งอย่างอิสระแบบ SHM จะมีคาบของการแกว่งกี่วินาที

วิธีทำ จาก $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

T = ...

T = ... วินาที **ตอบ**

6. ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 10 เซนติเมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 4 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 25 เซนติเมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าไร

วิธีทำ คาบการแกว่ง $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ---------❶

ถ้า ℓ_1=..... m T_1= ..... s จะได้ $T_1 = 2\pi\sqrt{\ell_1/g}$ ---------❷

ถ้า ℓ_2=..... m T_2= ? จะได้ $T_2 = 2\pi\sqrt{\ell_2/g}$ --------❸

❸/❷ ; $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}}$

แทนค่าจะได้ $\frac{T_2}{.....} = \sqrt{\frac{.....}{.....}}$

T_2 = ... วินาที ตอบ

บริการยืมทรัพยากรสารสนเทศ Burirum Rajabhat University

เฉลยใบงาน 8

1. คาบการแกว่งของลูกตุ้มขึ้นอยู่กับปริมาณใด **ความยาวของเชือก**

2. สมการการหาคาบการแกว่งของลูกตุ้ม คือ $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

3. การแกว่งของลูกตุ้มเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายเนื่องจาก **มีการสั่นกลับไป-มา ผ่านตำแหน่งสมดุล**

4. ลูกตุ้มที่มีแขนยาวจะมีคาบการแกว่ง...(**มากกว่า** / น้อยกว่า)...ลูกตุ้มที่มีแขนสั้น

5. มวล 1 กิโลกรัมผูกด้วยเชือกยาว 0.1 เมตร ถูกจับให้แกว่งอย่างอิสระแบบ SHM จะมีคาบของการแกว่งกี่วินาที

วิธีทำ จาก $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{0.1}{10}}$

$T = 0.628$ วินาที **ตอบ**

6. ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 10 เซนติเมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 4 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 25 เซนติเมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าไร

วิธีทำ คาบการแกว่ง $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ---------❶

ถ้า $\ell_1 = 0.10$ m $T_1 = 4$ s จะได้ $T_1 = 2\pi\sqrt{\ell_1/g}$ ---------❷

ถ้า $\ell_2 = 0.25$ m $T_2 = ?$ จะได้ $T_2 = 2\pi\sqrt{\ell_2/g}$ --------❸

❸/❷ ; $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}}$

แทนค่าจะได้ $\frac{T_2}{4} = \sqrt{\frac{0.25}{0.10}}$

$T_2 = 20$ วินาที ตอบ

แบบฝึกหัด 8

1. ลูกตุ้มนาฬิกาสองอันยาวไม่เท่ากัน อันสั้นมีคาบการแกว่ง 1.5 วินาที อันยาวมีสายแขวนเป็น 1.96 เท่าของอันสั้น ดึงลูกตุ้มทั้งให้ทำมุมเล็กๆ แล้วปล่อยมือ อันยาวจะมีคาบการแกว่งกี่วินาที

2. แขวนลูกตุ้มด้วยเชือกยาว 2 เมตร แกว่งแบบ SHM ด้วยคาบ 3 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 8 เมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าไร

3. การเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายของวัตถุในลิฟต์ที่หยุดนิ่ง ถ้าเพนดูลัมยาว 50 เซนติเมตร จงหาคาบของการแกว่ง

4. จงหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งหนึ่งบนดาวเคราะห์ ซึ่งมนุษย์อวกาศได้ทดลองใช้ลูกตุ้มแกว่งบนดาวเคราะห์นั้น ปรากฏว่าแขนตุ้มยาว 40 เซนติเมตร แกว่งได้ 100 รอบ ใน 240 วินาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบย่อย 8

1. ลูกตุ้มมีความยาว 2 เมตร แกว่งในด้วยคาบ 1.5 วินาที ถ้าลูกตุ้มมีความยาว 8 เมตร คาบของการแกว่งเปลี่ยนเป็นเท่าไร

   ก. 6 วินาที ข. 5 วินาที ค. 4 วินาที ง. 3 วินาที

2. ลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายยาว 1.5 m แกว่งได้ 100 รอบ ในเวลา 246 s ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ที่นั้นเป็นเท่าใด

   ก. 0.248 m/s^2 ข. 3.115 m/s^2 ค. 4.829 m/s^2 ง. 9.785 m/s^2

3. ถ้าความยาวของสายลูกตุ้มที่เคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิคเพิ่มขึ้น 0.2 % คาบของการแกว่งจะ

   ก. เพิ่มขึ้น 0.1 % ข. เพิ่มขึ้น 0.2 %

   ค. เพิ่มขึ้น 0.4% ง. ลดลง 0.1 %

4. ในการทดลองเพื่อหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) โดยใช้ลูกตุ้มซึ่งบันทึกความยาวของสายลูกตุ่ม (ℓ) และการแกว่ง (T) ค่า g สามารถหาได้จากความชันของกราฟระหว่าง

   ก. T กับ $1/\ell$ ข. T กับ ℓ

   ค. T กับ ℓ^2 ง. T^2 กับ ℓ

5. ลูกตุ้มมีความยาว 0.4 เมตร แกว่งในอัตรา 0.6 รอบต่อวินาที ถ้าต้องการให้ความถี่ของการสั่นเปลี่ยนเป็น 1.0 รอบต่อวินาที ลูกตุ้มต้องมีความยาวกี่เมตร

   ก. 0.144 เมตร ข. 0.24 เมตร

   ค. 0.31 เมตร ง. 0.42 เมตร

6. ถ้าคาบการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า แสดงว่าเชือกมีความยาวเป็นกี่เท่าของความยาวเดิม

   ก. 0.25 ข. 0.5 ค. 2 ง. 4

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

7. จงหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งหนึ่งบนดาวเคราะห์ ซึ่งมนุษย์อวกาศได้ทดลองใช้ตุ้มแกว่งแบบเพนดูลัมอย่างง่ายบนดาวเคราะห์นั้น ปรากฏว่าแขนตุ้มยาว 40 เซนติเมตร แกว่งได้ 100 รอบใน 240 วินาที

ก. 1.5 m/s^2 ข. 2.74 m/s^2 ค. 3.12 m/s^2 ง. 4.33 m/s^2

8. ลูกตุ้มอันหนึ่งเมื่อปล่อยให้แกว่งบนโลกซึ่งมีค่า g เท่ากับ 9.8 m/s^2 คาบของการแกว่งเป็น 2 วินาที ถ้านำไปแกว่งบนดวงจันทร์ซึ่งมา g(m) เท่ากับ 1.7 m/s^2 คาบของการแกว่งจะเป็นเท่าใด

ก. 1.2 วินาที ข. 2.4 วินาที ค. 3.6 วินาที ง. 4.8 วินาที

9. ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 2 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 16 เมตร จะแกว่งด้วยคาบเท่าใด

ก. 2 วินาที ข. 4 วินาที ค. 6 วินาที ง. 8 วินาที

10. จงหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ณ บริเวณซึ่งเมื่อแขวนเพนดูลัมกรวยยาว 3 เมตร จะแกว่ง 12 วินาทีใน 1 รอบ

ก. 1.2 เมตรต่อวินาที^{2} ข. 0.9 เมตรต่อวินาที^{2}

ค. 0.8 เมตรต่อวินาที^{2} ง. 0.6 เมตรต่อวินาที^{2}

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirarm Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบย่อย 8

1. ง
2. ง
3. ก
4. ง
5. ก
6. ข
7. ข
8. ง
9. ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ข

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียน
3. แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบวิชาฟิสิกส์ รหัส ว41101 เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 1. อธิบายความหมายและบอกลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

1. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์ <u>ไม่ได้</u> กำลังอยู่ในสภาพใด

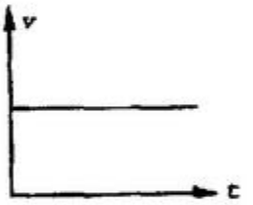
ก. มีความเร่งคงตัว

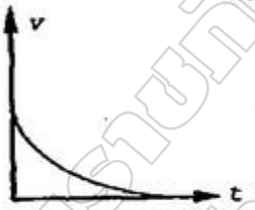
ข. อยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก

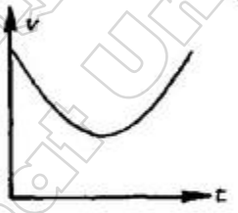
ค. เส้นทางการเคลื่อนที่เป็นกราฟพาราโบลา

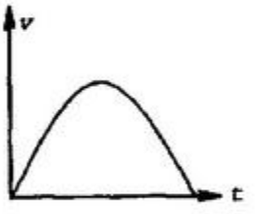
ง. มีแรงกระทำคงตัวทั้งสองแนวของการเคลื่อนที่

2. ยิงวัตถุด้วยอัตราเร็ว u ทำมุมเงย θ กราฟรูปใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว v กับเวลา t

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

3.รูปใดแสดงการเคลื่อนที่แบบโปรเจคไทล์ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก

ก. รูป 1.เท่านั้น ข. รูป 1 และ 2 เท่านั้น

ค. รูป 1 , 2 และ 3 เท่านั้น ง. รูป 1, 2, 3 และ 5

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2. แสดงความสัมพันธ์และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์

4. ชายคนหนึ่งเตะฟุตบอลจากพื้นดินด้วยความเร็วต้น 10 เมตร/วินาทีในทิศทำมุม 60^0 กับแนวระดับจงหาความเร็วที่จุดสูงสุด

ก. ศูนย์ ข. 5 m/s ค. $5\sqrt{3}$ m/s ง. 10 m/s

5. ขว้างวัตถุด้วยความเร็วต้น 25 เมตรต่อวินาที ทำมุม 37° กับแนวระดับ วัตถุจะตกอยู่ในแนวระดับเดียวกับแนวขว้างในเวลากี่วินาที

ก. 4.0 ข. 3.0 ค. 2.0 ง. 1.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี Dhonburi Rajabhat University

6. ขว้างวัตถุด้วยความเร็วต้น 15 m/s ทำมุม 37° กับแนวระดับ วัตถุจะอยู่ห่างจากจุดขว้างในแนวเดียวกันไกลสุดกี่เมตร

ก. 36.0 ข. 21.6 ค. 18.0 ง. 10.8

7. นายสมัย ขว้างก้อนหินไปด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที นายสมควรสามารถขว้างไปได้ไกลสุดกี่เมตร

ก. 40.0 ข. 34.6 ค. 30.0 ง. 24.6

8.ยิงอนุภาคจากพื้นทำมุมเงย θ ด้วยอัตราเร็ว U อนุภาคกลับถึงพื้นระดับเดียวกับจุดยิงด้วยค่ามุมและอัตราเร็วดังข้อใด

	ค่ามุม	อัตราเร็ว		ค่ามุม	อัตราเร็ว
ก.	$\theta/2$	u	ข.	$\theta/2$	$u/2$
ค.	θ	u	ง.	2θ	$u/2$

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3. อธิบายความหมายและบอกลักษณะของการเคลื่อนที่แบบวงกลม

9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีการเคลื่อนแบบความเร็วไม่คงที่เสมอ
2) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีแรงสู่ศูนย์กลางเสมอ
3) วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลม แสดงว่าวัตถุนั้นจะต้องมีความเร่งสู่ศูนย์กลางเสมอ

ข้อที่ถูกต้องคือ

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

10. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมจะพบว่า

ก. ความเร็วของวัตถุต้องคงตัว
ข. ความเร่งของวัตถุมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลมเท่านั้น
ค. แรงลัพธ์ที่กระทำบนวัตถุมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลมเท่านั้น
ง. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาถึงแม้อัตราเร็วจะคงตัวหรือไม่ก็ตาม

11.วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วตามเส้นรอบวงคงที่จะ

ก.ไม่มีความเร่ง
ข. มีความเร่งในทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลาง
ค. มีความเร่งในแนวเส้นสัมผัสกับวงกลม
ง. มีความเร่งในทิศออกไปจากจุดศูนย์กลาง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 4. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีวงกลม อัตราเร็วและมวลของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในแนววงกลม

12. มวล 1.5 kg เคลื่อนที่ไปตามเส้นรอบรัศมี 2.5 cm ด้วยอัตรา 2 รอบ/วินาที อัตราเร็วตามเส้นของมวลนี้ในหน่วย เมตร/วินาทีมีค่าเท่าใด

ก. $\frac{\pi}{8}$ ข. $\frac{\pi}{10}$ ค. 100π ง. 1250π

13. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม ใช้แรง 2000 นิวตันในการทำให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยรัศมี 2 เมตร จงหาว่าวัตถุนี้มีความเร็วเท่าใด

ก. 40 ข. 20 ค. 10 ง. $\sqrt{10}$

14. การเคลื่อนที่แบบวงกลมครบ 4 รอบ จะกวาดมุมรอบจุดศูนย์กลางไปได้กี่เรเดียน

ก. 2π ข. 4π ค. 8π ง. 16π

15.เข็มวินาทีของนาฬิกามีอัตราเร็วเชิงมุมเท่าใดในหน่วย เรเดียน/วินาที

ก. $\frac{2\pi}{60}$ ข. $\frac{\pi}{60}$ ค. π ง. 2π

16. อนุภาคตัวหนึ่งใช้เวลา 5 วินาทีกวาดมุมที่จุดศูนย์กลางได้ 90 องศา จงหาอัตราเร็วเชิงเส้นถ้ามีรัศมีการเคลื่อนที่ 3 เมตร

ก. 0.7 เมตรต่อวินาที ข. 0.823 เมตรต่อวินาที

ค. 0.942 เมตรต่อวินาที ง. 1.11 เมตรต่อวินาที

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 5. อธิบายการเคลื่อนที่บนทางโค้งของรถยนต์ รถจักรยานยนต์ บนถนนราบและถนนเอียง พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

17.นักขี่จักรยานคนหนึ่งขี่จักรยานด้วยความเร็วคงที่ v เมตร/วินาทีบนทางโค้งที่มีรัศมี R เมตร/วินาที เขาต้องเอียงตัวเป็นมุมกับแนวดิ่งเท่าใด จึงจะสามารถทรงตัวอยู่ได้ ให้ g เป็นอัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก

ก. $\alpha = \tan^{-1}\frac{v^2}{R}$ ข. $\alpha = \tan^{-1}\frac{v^2}{gR}$

ค. . $\alpha = \tan^{-1}\frac{mv^2}{gR}$ ค. $\alpha = \tan^{-1}\frac{mv^2}{R}$

18. สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างยางกับถนนเป็น 0.20 รถจะใช้ความเร็วสูงสุดเท่าใดเมื่อต้องการเลี้ยวโค้งรัศมี 100 m ได้โดยไม่ลื่นไถล เมื่อถนนอยู่ในแนวระดับ

ก. 14.4 m/s ข. 1.414 m/s ค. 2 m/s ง. 1.5 m/s

19. ถนนราบโค้งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างถนนกับยางของรถมีค่าเท่ากับ 0.4 รถคันนี้จะเลี้ยวโค้งด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไร จึงจะไม่ไถลออกนอกโค้ง

ก. 10 m/s ข. 15 m/s ค. 20 m/s ง. 25 m/s

20. รถจักรยานยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 108 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วิ่งตามทางโค้งซึ่งมีรัศมีความโค้ง 100 เมตร ผิวถนนอยู่ในแนวระดับ รถจักรยานยนต์จะเอียงทำมุมกับแนวดิ่งเท่าใดจึงจะไม่ล้ม

ก. $\tan^{-1}$ 0.90 ข. $\tan^{-1}$ 0.75 ค. $\tan^{-1}$ 0.50 ง. $\tan^{-1}$ 0.45

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 6. อธิบายความหมายและคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบดิ่ง

21. ผูกมวล 2 กิโลกรัมกับเชือก เหวี่ยงให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง มีรัศมีความโค้ง 1 เมตร ขณะเชือกอยู่ในแนวระดับ วัตถุนี้มีอัตราเร็ว $\sqrt{5}$ เมตรต่อวินาที จงหาความเร่งของวัตถุขณะนั้นจะมีค่ากี่เมตรต่อ(วินาที)^2 ($g = 10\ m/s^2$)

ก. $6\sqrt{5}$ ข. $5\sqrt{5}$ ค. $3\sqrt{5}$ ง. $2\sqrt{5}$

22.เครื่องบินมวล 2,000 kg บินผาดโผนเป็นวงกลมในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ 360 km/hr จงหารัศมีที่น้อยที่สุดของการบิน

ก. 500 m ข. 1500 m ค. 1000 m ง. 1800 m

23. มวล 2 กิโลกรัมผูกด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งเป็นวงกลมในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัว 10 เมตรต่อวินาที จงหาแรงดึงในเส้นเชือกที่จุดสูงสุดและจุดต่ำสุดในหน่วยนิวตัน

ก. 180 , 200 ข. 180 , 220

ค. 200 , 220 ง. 200 , 240

24. มวล 1 กิโลกรัมลงมาตามรางโค้งรัศมี 2 เมตร ขณะผ่านจุดต่ำสุดรางออกแรงผลัก 15 นิวตัน ขณะนั้นมีอัตราเร็วเท่าไร

ก. $2\sqrt{5}$ m/s ข. $2\sqrt{3}$ m/s

ค. $\sqrt{10}$ m/s ง. $\sqrt{3}$ m/s

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 7. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนววงกลมไปอธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเทียม และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

25. ดาวเทียมมวล m โคจรรอบโลก วงโคจรอยู่สูงจากพื้นโลกไม่มาก นักถ้า r เป็นรัศมีของวงโคจร ของดาวเทียม และ v เป็นอัตราเร็วของดาวเทียม ความสัมพันธ์ ข้างล่างนี้ข้อใดถูกต้อง

ก. $V^2 = gh$ ข. $v = gh$ ค. $V^2 = \frac{g}{R}$ ง. $mg = \frac{v^2}{R}$

26. ถ้าดาวเทียมเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบโลก ให้ท่านพิจารณาว่าในข้อต่อไปนี้ข้อใดบ้างที่เป็นจริง

1.ความเร่งของดาวเทียมมีค่าคงที่

2.ดาวเทียมมีความเร่งสู่โลกเสมอ

3.เวลาที่ดาวเทียมเคลื่อนที่ครบรอบคงที่

ก. ข้อ 1 เท่านั้น ข. ข้อ 2 เท่านั้น ค. ข้อ 3 เท่านั้น ง. ทั้ง 3ข้อเป็นจริง

27. ดาวเทียมเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบโลก โดยมีระยะห่างจากผิวโลกเท่ากับรัศมีของโลก อัตราเร็วของดาวเทียมมีค่าเป็นกี่เมตรต่อวินาที (กำหนดให้รัศมีของโลกเท่ากับ 6.4×10^6 เมตร)

ก. 1.6×10^4 เมตรต่อวินาที ข. 4.0×10^3 เมตรต่อวินาที

ค. 5.7×10^3 เมตรต่อวินาที ง. 11.3×10^3 เมตรต่อวินาที

28. จงหาอัตราเร็วต่ำสุดของดาวเทียมที่มีวงโคจรสูงจากผิวโลก 400 กิโลเมตร ถ้ารัศมีของโลกเท่ากับ 6.4×10^6 เมตร

ก. 7.8×10^2 เมตรต่อวินาที ข. 8.8×10^2 เมตรต่อวินาที

ค. 8.8×10^3 เมตรต่อวินาที ง. 7.8×10^3 เมตรต่อวินาที

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 8. อธิบายและบอกลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย

29. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด ความเร่งจะมีค่ามากที่สุด

2) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด การกระจัดจะมีค่ามากที่สุด

3) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คาบและความถี่ไม่ขึ้นอยู่กับช่วงกว้างของการเคลื่อนที่

ข้อความที่ถูกต้องคือ

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

30. สำหรับการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก อัตราส่วนระหว่างการกระจัดของวัตถุกับปริมาณใดต่อไปนี้มีค่าคงตัวเสมอ

ก. มวลของวัตถุ ข. ความเร็วของวัตถุ

ค. ความเร่งของวัตถุ ง. คาบของการแกว่งของวัตถุ

31. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก

ก. การสั่นของสายกีต้าร์ขณะถูกดีด

ข. การเคลื่อนที่ของวัตถุติดปลายสปริง

ค. การเคลื่อนที่ของลูกข่างขณะถูกหมุน

ง. การสั่นของโมเลกุลอากาศเมื่อเสียงผ่าน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 9. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

32. วัตถุหนึ่งมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ได้ ความเร่งสูงสุดและความเร็วสูงสุดเท่ากับ 54 เมตรต่อ(วินาที)^2 และ 6 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุนี้เป็นกี่เรเดียนต่อวินาที

ก. 9 ข. 60 ค. 118 ง. 324

33. รถมวล 490 กรัม ติดกับปลายสปริง เมื่อดึงด้วยแรง 5 นิวตัน ในทิศขนานกับพื้น สปริงจะยืดออก 20 เซนติเมตร เมื่อปล่อย รถจะเคลื่อนที่กลับไปมา บนพื้นเกลี้ยงด้วยความถี่เท่าใด

ก. 0.11 Hz ข. 0.44 Hz ค. 1.13 Hz ง. 4.40 Hz

34.อนุภาคหนึ่งเคลื่อนแบบซิมเปิลฮาร์โมนิค ด้วยแอมปลิจูด A และคาบเวลา T จงหาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดที่มีการขจัด $\frac{A}{2}$ ไปยังจุดที่มีการขจัด A

ก. T/12 ข. T/6 ค. T/4 ง. T/2

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 10. ทดลองเรื่องลูกตุ้มอย่างง่าย เพื่อหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

35. ลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายยาว 1.5 m แกว่งได้ 100 รอบ ในเวลา 246 s ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ที่นั้นเป็นเท่าใด

ก. 0.248 m/s^2 ข. 3.115 m/s^2 ค. 4.829 m/s^2 ง. 9.785 m/s^2

36. ในการทดลองเพื่อหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) โดยใช้ลูกตุ้มซึ่งบันทึกความยาวของสายลูกตุ้ม (ℓ) และการแกว่ง (T) ค่า g สามารถหาได้จากความชันของกราฟระหว่าง

ก. T กับ $1/\ell$ ข. T กับ ℓ ค. T กับ ℓ^2 ง. T^2 กับ ℓ

37. ลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 1 เมตร แกว่งไปมาด้วยคาบ 2.009 วินาที ถ้าลูกตุ้มแขวนด้วยเชือกยาว 16 เมตร จะแกว่งด้วยคาบกี่วินาที

ก. 2.009 ข. 4.018 ค. 6.027 ง. 8.036

38. ลูกตุ้มอันหนึ่งเมื่อปล่อยให้แกว่งบนโลกซึ่งมีค่า g เท่ากับ 9.8 m/s^2 คาบของการแกว่งเป็น 2 วินาที ถ้านำไปแกว่งบนดวงจันทร์ซึ่งมา g(m) เท่ากับ 1.7 m/s^2 คาบของการแกว่งจะเป็นเท่าใด

ก. 1.2 วินาที ข. 2.4 วินาที ค. 3.6 วินาที ง. 4.8 วินาที

39. จงหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ณ บริเวณซึ่งเมื่อแขวนเพนดูลัมกรวยยาว 3 เมตร จะแกว่ง 12 วินาทีใน 1 รอบ

ก. 1.2 เมตรต่อวินาที^{2} ข. 0.9 เมตรต่อวินาที^{2}

ค. 0.8 เมตรต่อวินาที^{2} ง. 0.6 เมตรต่อวินาที^{2}

40. จงหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งหนึ่งบนดาวเคราะห์ ซึ่งมนุษย์อวกาศได้ทดลองใช้ลูกตุ้มแกว่งแบบเพนดูลัมอย่างง่ายบนดาวเคราะห์นั้น ปรากฏว่าแขนตุ้มยาว 40 เซนติเมตร แกว่งได้ 100 รอบใน 240 วินาที

ก. 1.5 เมตรต่อวินาที^{2} ข. 2.74 เมตรต่อวินาที^{2}

ค. 3.12 เมตรต่อวินาที^{2} ง. 4.33 เมตรต่อวินาที^{2}

****

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ข	2	ค
3	ค	4	ก
5	ข	6	ค
7	ก	8	ค
9	ง	10	ง
11	ข	12	ก
13	ข	14	ค
15	ก	16	ค
17	ข	18	ก
19	ค	20	ก
21	ข	22	ค
23	ข	24	ค
25	ก	26	ง
27	ค	28	ง
29	ง	30	ข
31	ค	32	ก
33	ค	34	ก
35	ง	36	ง
37	ง	38	ง
39	ค	40	ข

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค STAD

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามนี้เป็นการถามความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค STAD ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว จำนวน 20 ข้อ

2. นักเรียนตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของนักเรียนไม่มีผลกระทบต่อตัวนักเรียน ผลจากการตอบแบบสอบถามนี้จะนำไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3. วิธีตอบแบบสอบถาม คือ ให้นักเรียนอ่านข้อความในช่องซ้ายมือให้ละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง การตอบแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค STAD

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ข้อความ	/				
- ข้อความ		/			
- ข้อความ			/		
- ข้อความ				/	
- ข้อความ					/

แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค STAD

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีขั้นตอนมากเกินไปโดยไม่จำเป็น					
2. ครูใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม					
3. ข้าพเจ้ามีความสุขที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน					
4. ข้าพเจ้าเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์มากยิ่งขึ้นเมื่อมีการเรียนเป็นกลุ่ม					
5. มีเอกสารประกอบการเรียนมากทำให้เกิดความสับสนและเบื่อหน่ายในการเรียน					
6. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าและสมาชิกในกลุ่มมีโอกาสที่จะแลกเปลี่ยนความรู้แก่กัน					
7. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจและทำแบบฝึกหัดได้ดียิ่งขึ้น					
8. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าเคร่งเครียดเพราะใช้ความคิดมากเกินไป					
9. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าอยากมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น					
10. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้น					
11. การเรียนโดยใช้เทคนิค STAD ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้วิชาฟิสิกส์น้อยเกินไป					
12. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อและอึดอัดที่จะต้องรอฟังความคิดเห็นจากเพื่อนในการทำแบบฝึกหัด					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
13. การวางแผนในการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มทำให้งานเสร็จเรียบร้อยเร็วยิ่งขึ้น					
14. การทดสอบบ่อยเกินไป ทำให้ข้าพเจ้าเกิดความเครียด					
15. ทุกครั้งที่ข้าพเจ้าทำคะแนนจากการสอบไม่ดี ข้าพเจ้าจะไม่ตั้งใจเรียนในครั้งต่อไป					
16. แบบทดสอบยากเกินไป ทำให้เกิดความรู้สึกท้อแท้					
17. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายสมาชิกในกลุ่มที่ทำคะแนนได้น้อย					
18. การให้คะแนนของครูในการทดสอบย่อยแต่ละครั้งมีความเหมาะสม					
19. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่พอใจที่การช่วยเหลือกันภายในกลุ่มทำให้เพื่อนได้คะแนนมากกว่า					
20. เมื่อได้รับคำชมเชยจากครูทำให้ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนมากขึ้น					

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD
แผนที่.....

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. สาระสำคัญ 1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 1.2 สอดคล้องกับเนื้อหา 1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา 2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา 3.3 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม 3.4 เร้าความสนใจของผู้เรียน 3.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม 3.6 กระบวนการที่นำมาใช้สอดคล้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ 3.7 ใช้วิธีสอนเหมาะสมและถูกต้อง 3.8 ความถูกต้องและเหมาะสมของการใช้ภาษา					
4. สื่อการเรียนรู้ 4.1 สอดคล้องกับเนื้อหา 4.2 เนื้อหาและภาษาที่ใช้เหมาะกับวัยผู้เรียน 4.3 ส่งเสริมการทำกิจกรรมร่วมกันระหว่างผู้เรียน					

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Rajabhat University

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
5. การวัดและการประเมินผล					
5.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ					
5.3 มีการประเมินที่หลากหลาย					
5.4 มีความชัดเจน					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ค

1. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
2. แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ
4. ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติโดยผู้เชี่ยวชาญ
5. คะแนนผลการสอบก่อนเรียนหลังเรียน และร้อยละผลต่างของคะแนนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. คะแนนการพัฒนาในการทำแบบทดสอบย่อย
7. ตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค STAD

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง 15 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
1	2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
1	3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 15 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
7	25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์นั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์นั้นหรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์นั้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 16 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1	0.76	0.83	21	0.78	0.83
2	0.78	0.48	22	0.78	0.48
3	0.80	0.38	23	0.78	0.48
4	0.80	0.75	24	0.66	0.35
5	0.74	0.30	25	0.80	0.31
6	0.76	0.70	26	0.80	0.83
7	0.64	0.30	27	0.74	0.77
8	0.56	0.20	28	0.70	0.21
9	0.76	0.84	29	0.68	0.46
10	0.78	0.20	30	0.78	0.57
11	0.78	0.42	31	0.80	0.60
12	0.80	0.33	32	0.76	0.48
13	0.78	0.58	33	0.80	0.34
14	0.80	0.60	34	0.76	0.67
15	0.70	0.22	35	0.62	0.30
16	0.80	0.60	36	0.70	0.39
17	0.72	0.23	37	0.72	0.41
18	0.78	0.81	38	0.74	0.43
19	0.80	0.31	39	0.70	0.39
20	0.70	0.73	40	0.66	0.70

หมายเหตุ ได้ค่าความยากของข้อสอบรายข้ออยู่ระหว่าง 0.56 – 0.80

ได้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้ออยู่ระหว่าง 0.20 – 0.84

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 17 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

นักเรียนคนที่	x_i	x_i^2	$x_i - C$	$(x_i - C)^2$
1	24	576	4	16
2	31	961	11	121
3	27	729	7	49
4	27	729	7	49
5	28	784	8	64
6	33	1089	13	169
7	29	841	9	81
8	20	400	0	0
9	24	576	4	16
10	30	900	10	100
11	24	576	4	16
12	26	676	6	36
13	25	625	5	25
14	36	1296	16	256
15	27	729	7	49
16	31	961	11	121
17	28	784	8	64
18	30	900	10	100
19	32	1024	12	144
20	30	900	10	100
21	26	676	6	36
22	33	1089	13	169
23	26	676	6	36
24	30	900	10	100
25	30	900	10	100
26	30	900	10	100
27	32	1024	12	144
28	32	1024	12	144
29	30	900	10	100
30	35	1225	15	225

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 17 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	x_i	x_i^2	$x_i - C$	$(x_i - C)^2$
31	33	1089	13	169
32	32	1024	12	144
33	31	961	11	121
34	31	961	11	121
35	32	1024	12	144
36	32	1024	12	144
37	32	1024	12	144
38	33	1089	13	169
39	29	841	9	81
40	33	1089	13	169
41	32	1024	12	144
42	29	841	9	81
43	29	841	9	81
44	30	900	10	100
45	31	961	11	121
46	36	1296	16	256
47	30	900	10	100
48	27	729	7	49
49	34	1156	14	196
50	28	784	8	64
รวม	1490	44928		5328

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วิธีของโลเวท (Lovett Method) แทนค่าโดยใช้สูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{K\sum x_i - \sum x_i^2}{(K-1)\sum (x_i - C)^2}$$

คะแนนจุดตัด $(C = 20)$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ $= 1 - \frac{(40 \times 1490) - (44928)}{(40-1)(5328)}$

$= 0.9294$

ตาราง 18 แสดงความเหมาะสมของแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	5	4	4	13	4.33	มาก
2	5	4	4	13	4.33	มาก
3	5	5	5	15	5.00	มากที่สุด
4	5	5	5	15	5.00	มากที่สุด
5.	5	4	4	13	4.33	มาก
6	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
7	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
8	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
9	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
10	5	5	5	15	5.00	มากที่สุด
11	5	4	4	13	4.33	มาก
12	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
13	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
14	5	4	4	13	4.33	มาก
15	5	4	4	13	4.33	มาก
16	5	4	4	13	4.33	มาก
17	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
18	4	4	4	12	4.00	มาก
19	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
20	5	4	4	13	4.33	มาก
เฉลี่ย					4.55	มากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 19 คะแนนผลการสอบก่อนเรียนหลังเรียน และร้อยละผลต่างของคะแนนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้จากการทดสอบ		ผลต่างคะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนน	ร้อยละ
1	3	26	23	57.50
2	7	35	28	70.00
3	11	36	25	62.50
4	6	24	18	45.00
5	9	32	23	57.50
6	10	35	25	62.50
7	8	27	19	47.50
8	8	30	22	55.00
9	7	32	25	62.50
10	9	29	20	50.00
11	6	30	24	60.00
12	8	32	24	60.00
13	12	33	21	52.50
14	9	28	19	47.50
15	9	32	23	57.50
16	10	27	17	42.50
17	9	32	23	57.50
18	8	32	24	60.00
19	11	28	17	42.50
20	8	31	23	57.50
21	4	27	23	57.50
22	12	34	22	55.00
23	7	36	29	72.50
24	9	32	23	57.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 19 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้จากการทดสอบ		ผลต่างคะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนน	ร้อยละ
25	6	30	24	60.00
26	9	30	21	52.50
27	9	33	24	60.00
28	8	31	23	57.50
29	9	25	16	40.00
30	11	35	24	60.00
31	11	33	22	55.00
32	8	25	17	42.50
33	9	34	25	62.50
34	9	36	27	57.50
35	8	30	22	55.00
36	14	35	21	52.50
37	8	31	23	57.50
38	9	29	20	50.00
39	9	31	22	55.00
40	8	36	28	70.00
41	12	34	22	55.00
42	11	29	18	45.00
43	10	33	23	57.50
44	12	32	20	50.00
45	10	25	15	37.50
46	10	26	16	40.00
47	13	33	20	50.00
48	11	32	21	52.50
49	12	35	23	57.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 19 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้จากการทดสอบ		ผลต่างคะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนน	ร้อยละ
50	10	30	20	50.00
คะแนนเฉลี่ย	9.12	31.06	21.94	54.85

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 20 คะแนนการพัฒนาในการทำแบบทดสอบย่อย

การเทียบคะแนน 1 คะแนน เท่ากับ 10 คะแนน

ทดสอบย่อยครั้งที่ 1

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 1	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธนิต กิจพงษ์ศรี	77	100	30
2. น.ส.วนิดา ผ้วยงา	57	60	30
3. น.ส.สมจิตร พลึกรุ่งโรจน์	57	80	30
4. นายจตุรงค์ บุญประกอบ	37	60	30
5. นายทรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	37	60	30
รวมคะแนน			150
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 2	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะพัฐ กระจ่างจิตร์	77	100	30
2. น.ส.ปัญจมา ศาลางาม	57	70	30
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	57	80	30
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	40	80	30
5. น.ส.สุภาวดี เอี่มประโคน	33	70	30
รวมคะแนน			150
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 3	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ขจัดโรคา	77	100	30
2. น.ส.จินตนา ศิริสุข	57	70	30
3. น.ส.นริศรา ทรงฐาน	57	80	30
4. น.ส.สมจิตร วิชัยวัฒน์	40	70	30
รวมคะแนน			120
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 4	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกื้อมวัฒน์	73	100	30
2. นายอมรเทพ พรมบุคร	57	70	30
3. นายพงพิสิทธิ์ นบขุนทด	53	70	30
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกวัฒน์	40	70	30
รวมคะแนน			120
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 1

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 5	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ ไสมกุล	70	100	30
2. นายมานะ เสาทอง	57	80	30
3. นายพลวัฒน์ พิมพิมาย	53	80	30
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	40	70	30
รวมคะแนน			120
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 6	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรัมย์	70	100	30
2. น.ส.สุลีวัลย์ ไกรทอง	60	80	30
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชุบุคร	53	70	30
4. นายกูวลล มณีทอง	40	80	30
รวมคะแนน			120
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 7	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสยา จันภักดี	67	100	30
2. น.ส.สุพรรษา รสหอม	60	70	20
3. น.ส.สุพัตรา อิสรางกูร ฯ	53	80	30
4. นายพรสิชิต อินทะโชติ	40	70	30
รวมคะแนน			110
คะแนนเฉลี่ย			27.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 8	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีพนม	67	100	30
2. น.ส.พรเพ็ญ ไชยชูน	60	60	20
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	50	80	30
4. น.ส.สุจิตรา เวชสุวรรณ์	43	70	30
รวมคะแนน			110
คะแนนเฉลี่ย			27.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 1

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 9	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	67	100	30
2. น.ส.จารุวรรณ ชะมอนรัมย์	63	70	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะลุนรัมย์	50	80	30
4. นายศรชัย ไชยชนะ	43	70	30
รวมคะแนน			110
คะแนนเฉลี่ย			27.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 10	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	67	100	30
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	63	80	30
3. น.ส.เกศริน สีจันทร์	50	80	30
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	47	70	30
รวมคะแนน			120
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 11	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายคมกร ปะไครนัง	63	90	30
2. น.ส.มัชฌุภรณ์ พิมสอน	63	80	30
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	50	80	30
4. น.ส.จินดนา จอดรัมย์	47	70	30
รวมคะแนน			120
คะแนนเฉลี่ย			30
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 12	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี ศักดิ์ศรีเท่า	63	100	30
2. น.ส.นัฐฐา กิมประโคน	63	80	30
3. น.ส.ดวงจันทร์ ชะไบรัมย์	50	80	30
4. น.ส.ปริญญา ชะรอยรัมย์	47	50	20
รวมคะแนน			110
คะแนนเฉลี่ย			27.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			ยอดเยี่ยม

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 2

ชื่อนักเรียน	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
กลุ่ม 1	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธนิต กิจพงษ์ศรี	100	100	30
2. น.ส.วนิดา ด้วยงา	60	70	20
3. น.ส.สมจิตร พลีกรุ่งไรชน์	80	90	20
4. นายจตุรงค์ บุญประกอบ	60	60	20
5. นายทรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	60	60	20
รวมคะแนน			110
คะแนนเฉลี่ย			22
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
กลุ่ม 2	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะณัฐ กระจ่างจิตร์	100	90	10
2. น.ส.ปัญจมา ศาลางาม	70	80	20
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	80	90	20
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	80	70	10
5. น.ส.สุภาวดี เอี่ยมประโคน	70	60	10
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			14
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
กลุ่ม 3	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ขจัดโรคา	100	90	10
2. น.ส.จินดนา ศิริสุข	70	70	20
3. น.ส.นริศรา ทรงฐาน	80	90	20
4. น.ส.สมจิตร วิชัยรัมย์	70	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
กลุ่ม 4	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกือมรัมย์	100	90	10
2. นายอมรเทพ พรมบุตร	70	80	20
3. นายพงพิสิทธิ์ นบขุนทด	70	80	20
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกรัมย์	70	60	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 2

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 5	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ โสมกุล	100	90	10
2. นายมานะ เสาทอง	80	70	10
3. นายพลวัฒน์ พิมพิมาย	80	80	20
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	70	60	10
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 6	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรัมย์	100	90	10
2. น.ส.สุลีวัลย์ ไกรทอง	80	80	20
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชูบุตร	70	80	20
4. นายภูวดล มณีทอง	80	60	0
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 7	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสยา จันภักดี	100	80	0
2. น.ส.สุพรรษา รสหอม	70	80	20
3. น.ส.สุพัตรา อิสรางกูร ฯ	80	90	20
4. นายพรสิษิต อินทะโชติ	70	60	10
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 8	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีหนม	100	90	10
2. น.ส.พรเพ็ญ ไชยพูน	60	70	20
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	80	70	10
4. น.ส.สุจิตรา เวชสุวรรณ์	70	80	20
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 2

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 9	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	100	90	10
2. น.ส.จารุวรรณ ชะบอนรัมย์	70	80	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะลุนรัมย์	80	80	20
4. นายศรชัย ไชยชนะ	70	60	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 10	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	100	90	10
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	80	80	20
3. น.ส.เกศริน สีจันทร์	80	80	20
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	70	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 11	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายครุนกร ปะไคชานัง	90	80	10
2. น.ส.มัชฌุกรณ์ พิมสอน	80	90	20
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	80	90	20
4. น.ส.จินดนา จอดรัมย์	70	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 12	เรื่อง เวลา ระยะทางตามแนวราบ และแนวดิ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจคไทล์		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี ศักดิ์ศรีเท่า	100	90	10
2. น.ส.นัฐฐา กิบประโคน	80	90	20
3. น.ส.ดวงจันทร์ ชะไบรัมย์	80	80	20
4. น.ส.ปริญญา ชะรอยรัมย์	50	70	30
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 3

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 1	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธนิต กิจพงษ์ศรี	100	100	30
2. น.ส.วนิดา ด้วยงา	70	80	20
3. น.ส.สมจิตร พลึกรุ่งโรจน์	90	90	20
4. นายคุรงค์ บุญประกอบ	60	70	20
5. นายพรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	60	50	10
รวมคะแนน			100
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 2	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะณัฐ กระจ่างจิตร์	90	90	20
2. น.ส.ปิญชมา ศาลางาม	80	80	20
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	90	90	20
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	70	80	20
5. น.ส.สุภาวดี เอี่ยมประโคน	60	70	20
รวมคะแนน			100
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 3	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ขจัดโรคา	90	90	20
2. น.ส.จินดนา ศิริสุข	70	80	20
3. น.ส.นริศรา ทรงฐาน	90	80	10
4. น.ส.สมจิตร วิชัยรัมย์	70	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 4	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกียมรัมย์	90	80	10
2. นายอมรเทพ หรมบุตร	80	70	10
3. นายทงทิสิทธิ์ นบขุนทด	80	70	10
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกรัมย์	60	70	20
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 3

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 5	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ โสมกุล	90	90	20
2. นายมานะ เสาทอง	70	80	20
3. นายพลวัฒน์ พิมพิมาย	80	70	10
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	60	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 6	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรันธ์	90	90	20
2. น.ส.สุลีวัลย์ ไกรทอง	80	80	20
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชูบุตร	80	80	20
4. นายลูวลล มณีทอง	60	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 7	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสยา จันภักดี	80	90	20
2. น.ส.สุพรรษา รสหอม	80	80	20
3. น.ส.สุพัตรา อิสรางกูร ฯ	90	90	20
4. นายพรลิขิต อินทะโชติ	60	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 8	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีพนม	90	90	20
2. น.ส.พรเพ็ญ ไชยชูน	70	60	10
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	70	80	20
4. น.ส.สุจิตรา เวชสุวรรณ์	80	70	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 3

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 9	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.จารุวรรณ ชะมอนรัมย์	80	80	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะอุนรัมย์	80	70	10
4. นายศรชัย ไชยชนะ	60	60	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 10	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	80	90	20
3. น.ส.เกศริน สีจันทร์	80	90	20
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 11	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายศรุษกร ปะโคธานัง	80	90	20
2. น.ส.มัชชุภรณ์ พิมสอน	90	80	10
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	90	80	10
4. น.ส.จินตนา ยอดรัมย์	70	80	20
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 12	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี ศักดิ์ศรีเท่า	90	90	20
2. น.ส.นัฐฐา กิมประโคน	90	90	20
3. น.ส.พวงจันทร์ ชะไบรัมย์	80	80	20
4. น.ส.ปริญญา ชะรอยรัมย์	70	60	10
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 4

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 1	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธนิต กิจพงษ์สรี	100	90	10
2. น.ส.วนิดา ด้วยงา	80	70	10
3. น.ส.สมจิตร พลึกรุ่งไรจน์	90	90	20
4. นายจตุรงค์ บุญประกอบ	70	60	10
5. นายทรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	50	50	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			14
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 2	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะณัฐ กระจ่างจิตร์	90	90	20
2. น.ส.ปัญจมา ศาลางาม	80	90	20
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	90	80	10
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	80	70	10
5. น.ส.สุภาวดี เย็มประโคน	70	60	10
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			14
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 3	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ขจัดโรคา	90	90	20
2. น.ส.จินดนา ศิริสุข	80	80	20
3. น.ส.นริศรา ทรงฐาน	80	90	20
4. น.ส.สมจิตร วิชัยรัมย์	70	60	10
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 4	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกื้อนรัมย์	80	90	20
2. นายอมรเทพ พรมบุตร	70	80	20
3. นายพงศิสิทธิ์ นบขุนทด	70	70	20
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกรัมย์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 4

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 5	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ ไสมกุล	90	100	30
2. นายมานะ เสาทอง	80	80	20
3. นายพลวัฒน์ พิมพินาย	70	80	20
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	70	80	20
รวมคะแนน			90
คะแนนเฉลี่ย			22.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 6	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรับย์	90	100	30
2. น.ส.สุลิวัลย์ ไกรทอง	80	70	10
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชุบุตร	80	80	20
4. นายกูวดล มณีทอง	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 7	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสยา จันภักดี	90	90	20
2. น.ส.สุพรรษา รสหอม	80	90	20
3. น.ส.สุพัตรา อิศรางกูร ฯ	90	80	10
4. นายพรสิชิต อินทะโชติ	70	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 8	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีพนม	90	90	20
2. น.ส.พรเพ็ญ ไชยพูน	60	60	20
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	80	90	20
4. น.ส.สุจิตรา เวชสุวรรณ์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 4

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 9	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.จารุวรรณ ชะบอนรัมย์	80	80	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะอุนรัมย์	70	80	20
4. นายศรชัย ไชยชนะ	60	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 10	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	90	80	10
3. น.ส.เกศริน สีจันทร์	90	80	10
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	80	70	10
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 11	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายครูษกร ปะไคธานัง	90	80	10
2. น.ส.มัชชุกรณ์ พิมสอน	80	80	20
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	80	90	20
4. น.ส.จินดนา จอดรัมย์	80	70	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 12	เรื่อง การเลี้ยวโค้ง		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี ศักดิ์สรีเท่า	90	90	20
2. น.ส.นัฐฐา กิมประโคน	90	80	10
3. น.ส.ดวงจันทร์ ชะไบรัมย์	80	90	20
4. น.ส.ปริญญา ชะรอยรัมย์	60	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 5

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 1	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธนิต กิจพงษ์ศรี	90	90	20
2. น.ส.วนิดา ด้วงงา	70	80	20
3. น.ส.สมจิตร พลีกรุ่งไรจน์	90	80	10
4. นายจตุรงค์ บุญประกอบ	60	70	20
5. นายทรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	50	60	20
รวมคะแนน			90
คะแนนเฉลี่ย			18
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 2	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะณัฐ กระจ่างจิตร์	90	100	30
2. น.ส.ปัญจมา ศาลางาม	90	90	20
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	80	90	20
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	70	70	20
5. น.ส.สุภาวดี เอี่ยมประโคน	60	60	20
รวมคะแนน			110
คะแนนเฉลี่ย			22
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 3	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ชชัดโรคา	90	90	20
2. น.ส.จินดนา ศิริสุข	80	80	20
3. น.ส.นริสรา ทรงฐาน	90	90	20
4. น.ส.สมจิตร วิชัยรัมย์	60	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 4	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกื้อมรัมย์	90	90	20
2. นายอมรเทพ พรมบุตร	80	70	10
3. นายพงศิสิทธิ์ นบขุนทด	70	80	20
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกรัมย์	80	70	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 5

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 5	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ โสมกุล	100	90	10
2. นายบานะ เสาทอง	80	90	20
3. นายพลวัฒน์ พิมพิมาย	80	80	20
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	80	80	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 6	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรัมย์	100	90	10
2. น.ส.สุลีวัลย์ ไกรทอง	70	80	20
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชูบุตร	80	90	20
4. นายภูวดล มณีทอง	80	70	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 7	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสชา จันภักดี	90	80	10
2. น.ส.สุพรรษา รสหอม	90	90	20
3. น.ส.สุพัตรา อิสรางกูร ฯ	80	80	20
4. นายพรลิขิต อินทะโชติ	70	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 8	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีหนม	90	90	20
2. น.ส.พรเพ็ญ ไชยพูน	60	60	20
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	90	80	10
4. น.ส.สุจิตรา เวชฎาวรรณ์	80	70	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 5

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 9	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	90	100	30
2. น.ส.จารุวรรณ ชะมอนรัมย์	80	90	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะลุนรัมย์	80	70	10
4. นายศรชัย ไชยชนะ	70	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 10	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	80	80	20
3. น.ส.เกศริน สีจันทร์	80	90	20
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 11	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายครุษกร ปะไคธานัง	80	90	20
2. น.ส.มัชชุภรณ์ พิมสอน	80	80	20
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	90	70	0
4. น.ส.จินดนา จอดรัมย์	70	60	10
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวเทียม		
กลุ่ม 12	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี ศักดิ์ศรีเท่า	90	90	20
2. น.ส.นัฐฐา กิมประโคน	80	90	20
3. น.ส.ดวงจันทร์ ชะไบรัมย์	90	90	20
4. น.ส.ปริญญา ชะรอดรัมย์	70	60	10
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 6

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 1	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธนิต กิจหงษ์ศรี	90	100	30
2. น.ส.วนิดา ด้วยงา	80	70	10
3. น.ส.สมจิตร พลีกรุ่งโรจน์	80	80	20
4. นายชคุรงค์ บุญประกอบ	70	60	10
5. นายทรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	60	50	10
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			16
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 2	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะณัฐ กระจ่างจิตร์	100	100	30
2. น.ส.ปัญจมา ศาลางาม	90	70	0
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	90	80	10
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	70	60	10
5. น.ส.สุดาวดี เอ็มประโคน	60	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			14
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบไพรเจกไทล์		
กลุ่ม 3	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ขจัดโรคา	90	100	30
2. น.ส.จินตนา ศิริสุข	80	70	-10
3. น.ส.นริศรา ทรงฐาน	90	80	10
4. น.ส.สมจิตร วิชัยรัมย์	70	80	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 4	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกียมรัมย์	90	90	20
2. นายอมรเทพ พรมบุตร	70	80	20
3. นายพงศิสิทธิ์ นบขุนทด	80	70	10
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกรัมย์	70	80	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 6

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 5	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ โสมกุล	90	100	30
2. นายมานะ เสาทอง	90	90	20
3. นายพลวัฒน์ พิมพิมาย	80	80	20
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	80	70	10
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 6	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรับย์	90	90	20
2. น.ส.สุลีวัลย์ ไกรทอง	80	80	20
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชุมุศร	90	70	0
4. นายภูวดล มณีทอง	70	80	20
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 7	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสยา จันภักดี	80	90	20
2. น.ส.สุพรรษา รสหอม	90	80	10
3. น.ส.สุพัตรา อิศรางกูร ฯ	80	90	20
4. นายพรสิชิต อินทะไชยิ	70	60	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 8	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีหนม	90	90	20
2. น.ส.พรเพ็ญ ไชยพูน	60	60	20
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	80	80	20
4. น.ส.สุจิตรา เวชสุวรรณ์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 6

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 9	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	100	90	10
2. น.ส.จารุวรรณ ชะมอนรัมย์	90	90	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะอุนรัมย์	70	90	30
4. นายศรชัย ไชยชนะ	70	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 10	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	80	70	10
3. น.ส.เกศริน สิจันทร์	90	80	10
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	80	70	10
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 11	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายครุพกร ปะโคธานัง	90	90	20
2. น.ส.มัชฌุภรณ์ พิมสอน	80	80	20
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	70	80	20
4. น.ส.จินตนา จอดรัมย์	60	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมระนาบดิ่ง		
กลุ่ม 12	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี ศักดิ์ศรีเท่า	90	90	20
2. น.ส.นัฐฐา กิบประโคน	90	80	10
3. น.ส.ดวงจันทร์ ชะไบรัมย์	90	70	0
4. น.ส.ปริญญา ชะรอยรัมย์	60	70	10
รวมคะแนน			40
คะแนนเฉลี่ย			10
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 7

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 1	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธนิต กิจพงษ์ศรี	100	100	30
2. น.ส.วนิดา ด้วยงา	70	80	20
3. น.ส.สมจิตร พลึกรุ่งโรจน์	80	90	20
4. นายจตุรงค์ บุญประกอบ	60	70	20
5. นายทรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	50	60	20
รวมคะแนน			110
คะแนนเฉลี่ย			22
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 2	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะณัฐ กระช่างจิตร์	100	100	30
2. น.ส.ปัญจมา สาลางาม	70	80	20
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	80	90	20
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	60	70	20
5. น.ส.สุภาวดี เย็นประโคน	70	60	10
รวมคะแนน			100
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 3	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ขจัดโรคา	100	90	10
2. น.ส.จินตนา ศิริสุข	70	80	20
3. น.ส.นวิศรา ทรงฐาน	80	90	20
4. น.ส.สมจิตร วิชัยรัมย์	80	70	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 4	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกือบรัมย์	90	90	20
2. นายอมรเทพ พรมบุตร	80	70	10
3. นายพงพิสิทธิ์ นบขุนทด	70	80	20
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกรัมย์	80	70	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 7

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 5	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ ไสมกุล	100	90	10
2. นายมานะ เสาทอง	90	90	20
3. นายพลวัฒน์ พิมพิบาย	80	90	20
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	70	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 6	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรัมย์	90	100	30
2. น.ส.สุธิวัลย์ ไกรทอง	80	90	20
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชุบุคร	70	80	20
4. นายภูวลล มณีทอง	80	70	10
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 7	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสยา จันภักดี	90	90	20
2. น.ส.สุหรรษา รสหอม	80	90	20
3. น.ส.สุพัตรา อิสรางกูร ฯ	90	90	20
4. นายพรสิษิต อินทะไชยิ	60	70	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 8	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีพนม	90	100	30
2. น.ส.พรเพ็ญ ไชยพูน	60	70	20
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	80	80	20
4. น.ส.สุจิตรา เวชสุวรรณ์	80	80	20
รวมคะแนน			90
คะแนนเฉลี่ย			22.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 7

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 9	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.จารุวรรณ ชะมอนรัมย์	90	90	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะอุนรัมย์	90	80	10
4. นายศรชัย ไชยชนะ	70	60	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 10	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	70	80	20
3. น.ส.เกศริน สีจันทร์	80	80	20
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 11	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายครุษกร ปะโคธานัง	90	90	20
2. น.ส.มัชชุภรณ์ พิมสอน	80	80	20
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	80	80	20
4. น.ส.จินตนา จอดรัมย์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่าย		
กลุ่ม 12	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี สักคีศรีเท่า	90	90	20
2. น.ส.นัฐฐา กิมประโคน	80	80	20
3. น.ส.ดวงจันทร์ ชะใบรัมย์	70	80	20
4. น.ส.ปริญญา ชะวอรัมย์	70	60	10
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 8

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคุ้ม		
กลุ่ม 1	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายชนิต กิจพงษ์ศรี	100	90	10
2. น.ส.วนิดา ด้วยงา	80	70	10
3. น.ส.สมจิตร พลีกรุ่งโรจน์	90	90	20
4. นายจตุรงค์ บุญประกอบ	70	70	20
5. นายทรงฤทธิ์ กาญจน์อินทร์	60	60	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			16
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคุ้ม		
กลุ่ม 2	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายปิยะณัฐ กระจ่างจิตร์	100	90	10
2. น.ส.ปิญชมา ศาลางาม	80	70	10
3. น.ส.สมสุดา เสาร์ทอง	90	80	10
4. น.ส.สุภัสสร จำปาทอง	70	60	10
5. น.ส.สุภาวดี เอี่ยมประโคน	60	60	20
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			12
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคุ้ม		
กลุ่ม 3	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.นงลักษณ์ ขจัดโรคา	90	90	20
2. น.ส.จินดนา ศิริสุข	80	70	10
3. น.ส.นริศรา ทรงฐาน	90	80	10
4. น.ส.สมจิตร วิชัยรัมย์	70	70	20
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคุ้ม		
กลุ่ม 4	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.พจนีย์ เกื้อมรัมย์	90	90	20
2. นายอมรเทพ พรมบุตร	70	80	20
3. นายพงพิสิทธิ์ นบขุนทด	80	80	20
4. น.ส.กรรณิการ์ เปกรัมย์	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 8

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคู่ม		
กลุ่ม 5	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายธีรพงษ์ ไสมกุล	90	90	20
2. นายมานะ เสาทอง	90	90	20
3. นายพลวัฒน์ พิมพิมาย	90	90	20
4. นายศิริพันธ์ หาสุข	70	80	20
รวมคะแนน			80
คะแนนเฉลี่ย			20
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคู่ม		
กลุ่ม 6	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สุกัญญา จิตรับธ์	100	90	10
2. น.ส.สุลีวัลย์ ไกรทอง	90	80	10
3. น.ส.ปิ่นแก้ว ชูบุตร	80	70	10
4. นายกูวดล มณีทอง	70	80	20
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคู่ม		
กลุ่ม 7	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.มนัสยา จันภักดี	90	90	20
2. น.ส.สุพรรษา รสหอม	90	90	20
3. น.ส.สุพัตรา อิสรางกูร ฯ	90	80	10
4. นายพรสิชิต อินทะโชติ	70	60	10
รวมคะแนน			60
คะแนนเฉลี่ย			15
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน	เรื่อง การแกว่งแบบลูกคู่ม		
กลุ่ม 8	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.ศศิธร ศรีพนม	100	90	10
2. น.ส.ทรเพ็ญ ไชยชูน	70	60	10
3. นายวิทยา ช่างประดิษฐ์	80	90	20
4. น.ส.สุจิตรา เวชสุวรรณ์	80	70	10
รวมคะแนน			50
คะแนนเฉลี่ย			12.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			-

ตาราง 20 (ต่อ)

ทดสอบย่อยครั้งที่ 8

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 9	เรื่อง การแกว่งแบบลูกตุ้ม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.สาวิตรี หอมหวน	90	100	30
2. น.ส.จารุวรรณ ชะมอนรัมย์	90	90	20
3. น.ส.เพ็ญนภา ชะอุนรัมย์	80	90	20
4. นายศรชัย ไชยชนะ	60	70	20
รวมคะแนน			90
คะแนนเฉลี่ย			22.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 10	เรื่อง การแกว่งแบบลูกตุ้ม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.อำไพ หอมหวน	90	90	20
2. น.ส.อัจฉราพรา ชัยรัมย์	80	80	20
3. น.ส.เกศริน สีจันทร์	80	90	20
4. น.ส.จิราภรณ์ งามพันธ์	80	70	10
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 11	เรื่อง การแกว่งแบบลูกตุ้ม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. นายครุฑกร ปะไดรานัง	90	100	30
2. น.ส.มัชฌุภรณ์ พิมสอน	80	90	20
3. น.ส.น้ำฝน นะรานรัมย์	80	80	20
4. น.ส.จินดนา จอดรัมย์	80	80	20
รวมคะแนน			90
คะแนนเฉลี่ย			22.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่งมาก

ชื่อนักเรียน กลุ่ม 12	เรื่อง การแกว่งแบบลูกตุ้ม		
	คะแนนฐาน	คะแนนสอบ	คะแนนการพัฒนา
1. น.ส.จันทร์จุรี ศักดิ์ศรีเท่า	90	100	30
2. น.ส.นัฐฐา กิมประโคน	80	70	10
3. น.ส.ดวงจันทร์ ชะไบรัมย์	80	70	10
4. น.ส.ปริญญา ชะรอยรัมย์	60	70	20
รวมคะแนน			70
คะแนนเฉลี่ย			17.5
เกณฑ์ที่ได้รับการยกย่อง			เก่ง

ตาราง 21 แสดงการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วัน / เดือน / ปี	กิจกรรม	เวลา
31 กรกฎาคม 2549	ทดสอบก่อนเรียน	13.00 - 13.50 น.
7 สิงหาคม 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	13.00 - 14.40 น.
9 สิงหาคม 2549		13.00 – 13.50 น.
9 สิงหาคม 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2	13.50 – 14.40 น.
14 สิงหาคม 2549		13.00 - 14.40 น.
16 สิงหาคม 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3	13.00 - 14.40 น.
21 สิงหาคม 2549		13.00 – 13.50 น.
21 สิงหาคม 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4	13.50 – 14.40 น.
23 สิงหาคม 2549		13.00 – 14.40 น.
28 สิงหาคม 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5	13.00 - 14.40 น.
30 สิงหาคม 2549		13.00 – 13.50 น.
30 สิงหาคม 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6	13.50 – 14.40 น.
4 กันยายน 2549		13.00 - 14.40 น.
6 กันยายน 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7	13.00 - 14.40 น.
11 กันยายน 2549		13.00 – 13.50 น.
11 กันยายน 2549	ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8	13.50 – 14.40 น.
13 กันยายน 2549		13.00 - 14.40 น.
18 กันยายน 2549	ทดสอบหลังเรียน	13.00 – 13.50 น.

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ที่ ศธ ๐๕๔๕.๒๐/ว ๔๘

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๒๔ เมษายน ๒๕๔๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน นายมานัส เวียงวิเศษ

ด้วยนางสาวชนกนาถ นิลกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยใช้เทคนิค STAD ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ผศ.ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ ต่อ ๓๘๐๖
โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ที่ ศธ ๐๕๔๕.๒๐/ว ๔๘

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๒๔ เมษายน ๒๕๔๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน นายมงคล ฤทธิรณ

ด้วยนางสาวชนกนาถ นิลกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยใช้เทคนิค STAD ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ผศ.ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐๔๔๖๐ ๑๖๑๖ ต่อ ๓๘๐๖
โทรสาร ๐๔๔๖๑ ๒๘๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ที่ ศธ ๐๕๔๕.๒๐/ว ๔๘

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๒๔ เมษายน ๒๕๔๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

เรียน นายชาญวิทย์ เพียรแก้ว

ด้วยนางสาวชนกนาถ นิลกลาง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยใช้เทคนิค STAD ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ผศ.ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ ต่อ ๓๘๐๖
โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ประวัติย่อของผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

178352
วท
ว.ว.
ว.ว.ว.
ว.ว.ว.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นางชนกนาถ คลเอี่ยม
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 22 เดือน กันยายน พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	บ้านเลขที่ 28 หมู่ที่ 12 ตำบลปราสาท อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 28 หมู่ที่ 12 ตำบลปราสาท อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู อันดับ คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก กิ่งอำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2536 – 2538 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์
	พ.ศ. 2539 – 2541 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์
	พ.ศ. 2542 – 2545 ปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาฟิสิกส์ สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์
	พ.ศ. 2547 - 2551 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University