



การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน  
โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์  
ของ  
ศิริินภา นกแก้ว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อเป็นส่วนของการศึกษาตาม  
หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้

มิถุนายน 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์



**DEVELOPMENT OF LEARNING PACKAGES IN PHYSICS  
ENTITLED "MOMENTUM AND COLLISIONS"  
USING 4MAT FOR MATTHAYOMSUKSA  
4 STUDENTS**

**Sirinapa Nokkaew**

**A Thesis Submitted in Partail Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education in Curriculum and  
Learning Management**

**June 2016**

**Copy of Buriram Rajabhat University**



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางศิริินภา นกแก้ว  
เรียบร้อยแล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์)

..... กรรมการ  
(ดร.ชนพล ตีรชาติ)  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประคอง กาญจนการุณ)  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

..... กรรมการ  
(ดร.กระพั่น ศรีงาน)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาดตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)

วันที่..... เดือน 23 มิ.ย. 2559 พ.ศ.....

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดย ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
<b>ผู้วิจัย</b>	ศิริรภา นกแก้ว		
<b>ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์</b>	ดร.ชนพล ตีรชาติ		ที่ปรึกษาหลัก
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประคอง กาญจนการุณ		ที่ปรึกษาร่วม
<b>ปริญญา</b>	ครุศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้
<b>สถานศึกษา</b>	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์	ปีที่พิมพ์	2559

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 42 คน ได้มา โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้ ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 ชุด 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT จำนวน 6 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพ ดัชนีประสิทธิผล และทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ Dependent Samples t - test

## ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 85.53/86.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.7005 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7005 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.05
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

**TITLE** Development of Learning Packages in Physics Entitled “Momentum and collisions” Using 4MAT for Matthayomsuksa 4 students

**AUTHOR** Sirinapa Nokkaew

**THESIS ADVISORS** Dr.Thanapon Teerachat Major Advisor  
Assistant Professor Prakong Kanchanagarun Co - advisor

**DEGREE** Master of Education **MAJOR** Curriculum and Learning Management

**SCHOOL** Buriram Rajabuhat University **YEAR** 2016

### **ABSTRACT**

The purposes of this research were : 1) to develop the learning packages in Physics entitled “Momentum and collisions” using 4MAT for Matthayomsuksa 4 students to meet the criteria set at 80/80, 2) to compare the students’ learning achievement before and after learning by using activity packages entitled “Momentum and collisions” for Matthayomsuksa 4 Students, 3) to investigate the effectiveness index of the activity packages entitled “Momentum and collisions” for Matthayomsuksa 4 students, and 4) to investigate the students’ satisfaction towards learning the packages entitled “Momentum and collisions” for Matthayomsuksa 4 students. The sample were 42 Matthayomsuksa 4 students studying in the second semester of the academic year 2015 at Buriramphittayakhom in Muang District, Buriram Province They were selected by simple random sampling. The research instruments consisted of : 1) 6 sets of the learning packages entitled “Momentum and collisions”, 2) 6 lesson plans entitled “Momentum and collisions” using 4MAT, 3) a 30 – items with 4 multiple – choice achievement test, and 4) a 15 – item of 5 – rating scale satisfaction questionnaire. The statistics used for analyzing the collected data were percentage, mean, standard deviation,  $E_1/E_2$  E.I. and The hypothesis was tested by dependent sample t – test.

The results were as follows :

1. The learning the packages in Physics entitled “Momentum and collisions” using 4MAT for Matthayomsuksa 4 students was at 85.53/86.19 which was higher than the set criteria of 80/80.

2. The students’ learning achievement after learning with the Packages in Physics entitled “Momentum and collisions” using 4MAT for Matthayomsuksa 4 students was higher than before with the statistically significant at the level of .01.

3. The effectiveness index of the packages in Physics entitled momentum and collisions using 4MAT for Matthayomsuksa 4 students was at 0.7005 which showed that the students’ knowledge increased 70.05%

4. The students’ satisfaction toward learning through the packages in Physics entitled momentum and collisions using 4MAT for Matthayomsuksa 4 students by using cooperative learning techniques as a whole was at the highest level.

## ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชนพล ศิริชาติ ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประคอง กาญจนการุณ ที่ปรึกษาร่วม และ อาจารย์ ดร.กระพั่น ศรีงาน กรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ที่กรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ เรียบร้อย และบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้อำนวยความสะดวกในการประสานงานจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน คือ อาจารย์ ดร.บรรพต วงษ์ทองเจริญ อาจารย์มหาวิทยาลัย ราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อาจารย์อรนุช ศรีคำ อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ และ นางสาวอรุณรัตน์ วิญญูรัมย์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กรุณาตรวจสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณ นายปณตทัต วิวัตรชัย ผู้อำนวยการโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ คณะครูทุกท่านและนักเรียนทุกคนที่อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณ นายเสมียน นางเฉลียว นุรักษ์รัมย์ และครอบครัววงแก้วทุกคน ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และเป็นกำลังใจสำคัญยิ่งที่ทำให้การทำงานสำเร็จ ได้อย่างราบรื่น

ประโยชน์และคุณค่าที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณของ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดชีวิต บุรพาจารย์ คณาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนให้เป็นผู้ที่มีศีล สมาธิ ปัญญา และให้การศึกษาอันเป็นพื้นฐานสำคัญแห่งความสำเร็จในครั้งนี้

ศรินภา นกแก้ว



## สารบัญ

	หน้า
หน้าอนุมัติ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
ประกาศคุณูปการ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพประกอบ	ฎ
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ .....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	4
สมมติฐานของการวิจัย .....	4
ความสำคัญของการวิจัย .....	5
ขอบเขตของการวิจัย .....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	6
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	8
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ .....	8
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ .....	14
วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT .....	21
แผนการจัดการเรียนรู้ .....	35
ประสิทธิภาพ .....	42
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	46

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ดัชนีประสิทธิผล .....	52
ความพึงพอใจ .....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	62
งานวิจัยในประเทศ .....	62
งานวิจัยต่างประเทศ .....	64
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย .....</b>	<b>66</b>
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	66
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	66
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	74
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	75
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	76
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....</b>	<b>80</b>
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	80
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	80
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	81
<b>5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>86</b>
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	86
สมมติฐานของการวิจัย .....	87
วิธีการดำเนินการวิจัย .....	87
สรุปผลการวิจัย .....	89
อภิปรายผลการทดลอง .....	90
ข้อเสนอแนะ .....	94

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม .....	95
ภาคผนวก .....	102
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ .....	103
รายนามผู้เชี่ยวชาญ .....	104
หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ .....	105
หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือ .....	108
ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้ .....	109
ภาคผนวก ค ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ .....	136
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	215
ภาคผนวก จ แบบสอบถามความพึงพอใจ .....	225
ภาคผนวก ฉ ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ .....	228
ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ .....	229
ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ .....	230
ผลประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นรายข้อ (IOC) จำนวน 40 ข้อ .....	232
ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์การใช้เครื่องมือวิจัย .....	234
ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ .....	234
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (ภาคสนาม) .....	236
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ .....	238
คะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจ .....	240
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	242

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 รูปแบบการวิจัย .....	74
4.1 ประสิทธิภาพกระบวนการของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	81
4.2 ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	82
4.3 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ....	82
4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	83
4.5 คำนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	84
4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT .....	84
จ.1 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	229
จ.2 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	230

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ฉ.3 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นรายข้อ (IOC) เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ .....	232
ช.1 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ	235
ช.2 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT (ภาคสนาม) .....	236
ช.3 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT .....	238
ช.4 คะแนนจากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อ การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT .....	240

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT .....	25
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT .....	26
2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT .....	27
2.4 ลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 .....	30

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี  
Buriram Rajabhat University

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์มีการพัฒนาความรู้ จากการสังเกต การเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูล การทดลอง และการนำไปใช้ ตลอดจนการนำความรู้และข่าวสารที่ได้มาจากแหล่งความรู้มากมาย จากสิ่งที่เป็นตัวเราและรอบตัวในประเทศและนอกประเทศ ทั้งในอดีตและปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากมายในชีวิตประจำวัน มีความสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้นตอบสนองความต้องการของมนุษย์ความรู้ที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลดีต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวิตประจำวัน นั้นทำให้มนุษย์สามารถนำมาพัฒนาตนเองตลอดเวลาให้มีศักยภาพให้เป็นผู้มีความรู้มากยิ่งขึ้นและนำความรู้ที่มีนั้นไปเผยแพร่ต่อผู้ที่ต้องการศึกษาและเรียนรู้ สามารถต่อยอดความรู้ได้อีกมากมายส่งผลดีให้กับสังคมและประเทศชาติมีความสงบสุขมีความเจริญก้าวหน้าทันต่อสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งด้านธรรมชาติและวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ระบบข้อมูลข่าวสารที่แพร่กระจายไปอย่างรวดเร็วทั่วทุกส่วนของโลก มีอิทธิพลสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม การเมืองการปกครอง การศึกษา วิทยาศาสตร์และการแพทย์ สังคมของมนุษย์มีความเป็นชุมชนเมืองมากขึ้น ท่ามกลางกระแสของความเปลี่ยนแปลงนั้นสมาชิกในสังคมต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ของโลก การที่ทุกคนมีทักษะที่จำเป็นในการอยู่ร่วมกันในสังคมท้องถิ่นและสังคมโลกได้นั้น จะต้องได้รับการฝึกฝนเริ่มตั้งแต่เกิดมาชีวิตอยู่รอดก็ต้องมีทักษะในการปรับตัวให้เข้ากับสังคมนั้น และเมื่อสังคมเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ก็ยังต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปรอบด้าน สิ่งสำคัญที่สุดที่จะทำให้ทุกคนอยู่ในสังคมได้อย่างปลอดภัยและมีความสุขนั้นคือจะต้องมีการพัฒนาทางการศึกษา ผู้เรียนซึ่งเป็นเยาวชนอยู่ท่ามกลางสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงจะต้องรู้เท่าทันในกระแสการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยมีทักษะชีวิตที่สำคัญและจำเป็น ดังนั้นวงการการศึกษาของประเทศไทยทั้งในระดับ ประเทศและระดับท้องถิ่น หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ต่างก็ร่วมกันวางแผนพัฒนาคุณภาพของเยาวชนในรูปแบบและวิธีการต่างๆ เพื่อให้เยาวชน มีทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้เยาวชนของชาติสามารถอยู่รอดในสังคมปัจจุบันและอนาคตได้อย่างปกติสุข (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. 2558 : 7)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้เน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวความคิด หลักการ กฎ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนได้ ศึกษาพัฒนาความรู้ ความคิด มีความสามารถแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสื่อสารมีจิตวิทยาศาสตร์ และร่วมมือร่วมใจกัน โดยมีจุดหมายที่สำคัญคือการเน้นสร้างคน ให้มีความคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ คิดสังเคราะห์และคิดประเมินผล มีจิตใจ รักการเรียนรู้ การอ่าน ศึกษา ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ในชีวิตประจำวัน ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้มีความรู้ ความคิดที่มีระบบ คิดสร้างสรรค์ ทำเป็น แก้ปัญหาได้ รู้จักการเรียนรู้ตลอดชีวิต ฟังตนเองได้สามารถพัฒนาตนให้เป็นบุคคลที่มีศักยภาพที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรม และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550 : 1)

จากการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-Net) ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ เท่ากับ 32.54 และมาตรฐาน ว 4.1 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 31.42 (สถาบันทดสอบทางการศึกษา แห่งชาติ(องค์มหาชน). 2557 : 8) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 65.07 โดยเฉพาะ เรื่องโมเมนตัมและการชน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 63.25 (รายงานการปฏิบัติงานกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์. 2557 : 8 – 12) ซึ่งระดับผลการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ยังต่ำกว่าเกณฑ์ การประกันคุณภาพทางการศึกษาที่ได้กำหนดไว้ คือ นักเรียนต้องมีผลการเรียน ระดับ 3 หรือมีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป จากการสำรวจข้อมูลปัญหาและสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนการสอนโดยตรงซึ่งมีผลต่อคุณภาพของการจัดการศึกษา ได้แก่ ด้านครูผู้สอน พบว่า ครูขาดทักษะและความชำนาญในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอน โดยรวมยังคงมุ่งเน้นที่เนื้อหาฟังและจำมากกว่าคิด การตั้งคำถาม ไม่เน้นกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ไม่เน้นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์การแสดง ความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนขาดคุณลักษณะ ช่างคิด ช่างสงสัย ขาดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ด้านนักเรียนพบว่านักเรียนยังขาดกระบวนการคิดแบบ วิทยาศาสตร์ไม่สามารถคิดและแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถพัฒนา วิธีคิดและวิเคราะห์แบบมีเหตุมีผลได้ความรู้ที่ได้ไม่ได้มาจากการแสวงหาความรู้ ด้วยตนเองทำให้ ไม่สามารถนำความรู้เดิมกลับมาใช้ในการแสวงหาความรู้ได้อีกจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



คำและด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ครูยังเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอนนักเรียนเป็นผู้รับฟัง และจดจำความรู้ในเนื้อหา นักเรียนได้รับการปฏิบัติกิจกรรมที่นำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองค่อนข้างน้อย ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนและไม่ชอบการเรียนแบบนี้ (อุไรวรรณ ภัยจิต. 2553 : 2)

การแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์นั้นมีวิธีการและแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี และชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมทางการเรียนรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นการจัดกิจกรรมที่เน้นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นการศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ ความสนใจ และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เวลาน้อยในการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนจากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนด้วยตนเอง และชุดกิจกรรม การเรียนรู้มีผลดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้และหาคำตอบได้ด้วยตนเอง รู้จักคิด และแสวงหาความรู้ เพื่อเชื่อมโยงความคิดไปสู่แนวทางการแก้ไข ปัญหาและสร้างสิ่งใหม่ๆ ต่อไป (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2550 : 57-58)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่สามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความพึงพอใจต่อการเรียน ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล นักเรียนได้เรียนรู้ ตามความสามารถ ความสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ชุดกิจกรรมยังช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพของตน ไม่เกิดความเบื่อหน่าย สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลส่งเสริมความรับผิดชอบต่อการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเองมีความเข้าใจถ่องแท้และจดจำการเรียนรู้ได้ดี เป็นไปตามทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ โดยมีครูคอยให้คำแนะนำส่งผลให้นักเรียนมีกำลังใจ ที่จะเรียนรู้ (ทศนา เขมมณี. 2550 : 28)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอีกรูปแบบหนึ่ง ที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน โดยมีพื้นฐานความเชื่อที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความชอบและวิธีการที่ตนถนัด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายเพื่อให้เหมาะกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2550 : 154) ผู้เรียนได้พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รู้จักรับฟังและยอมรับความคิดเห็น  
ผู้อื่น ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้แสดงออกซึ่งเป็น  
ความคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้จากการสร้างชิ้นงานต่างๆ ด้วยตนเอง มีความ  
ภาคภูมิใจในความสำเร็จของตนเอง (สุคนธ์ สนิทพานนท์ . 2558 : 80)

จากข้อดีของชุดกิจกรรมการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ  
4MAT ดังกล่าวนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อผู้เรียน โดยการ  
นำเอาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT นำมาวิจัยเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนา  
ความรู้ ความสามารถ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยเน้นกระบวนการ การเรียนรู้  
การคิด การทำและการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนพัฒนาตนเองผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น  
เกิดการยอมรับและเข้าใจตนเองและมีศักยภาพสูงยิ่งขึ้นไป เพื่อพัฒนาสังคมและประเทศชาติ  
อย่างยั่งยืน

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้  
วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ  
ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม  
การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์  
เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน  
โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT ที่มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อนำไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์แก่นักเรียน
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT และเป็นเครื่องมือพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ผลจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางและมีประโยชน์ต่อผู้บริหาร ครูผู้สอน ผู้เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจ ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหา อื่นๆ ต่อไป

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่กำลังศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 415 คน ซึ่งจัดห้องเรียน แบบคละความสามารรถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่กำลังศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลาก โดยใช้ห้องเรียน เป็นหน่วยการสุ่ม

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน และวิธีเรียน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

### 3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่องโมเมนตัมและการชน จำนวน 6 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่องโมเมนตัม	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 เรื่องการคดและแรงคด	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 6 เรื่องการระเบิด	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

#### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง  
โดยไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การพัฒนาสื่อประสมประกอบการเรียนการสอน เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น จำนวน 6 ชุด คือ ชุดที่ 1 เรื่องโมเมนตัม ชุดที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ชุดที่ 3 เรื่องการคดและแรงคด ชุดที่ 4 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ ชุดที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ และชุดที่ 6 เรื่องการระเบิด ในแต่ละชุดประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู คู่มือและแบบฝึกปฏิบัติสำหรับนักเรียน สื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ การวัดและประเมินผล

2. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 ชุด

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ทักษะของผู้เรียนในการเรียน เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวัดผลและประเมินผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. **ดัชนีประสิทธิผล** หมายถึง ค่าดัชนีที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนที่ได้จากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

5. **ความพึงพอใจ** หมายถึง ความรู้ ความคิดในที่ชอบหรือไม่ชอบต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นคะแนนที่วัดได้จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

6. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ของโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT
4. แผนการจัดการเรียนรู้
5. ประสิทธิภาพ
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ดัชนีประสิทธิผล
8. ความพึงพอใจ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

#### หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายให้เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 2)

#### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 3 - 5)

### สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว.1.1 เข้าใจพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้การดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว.1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว.2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับชีวิต ตามความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

มาตรฐาน ว.2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว.3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว.3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร เกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว.4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว.4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว.5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงโลก

มาตรฐาน ว.6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว.7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาเล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว.7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ ที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิต วิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว.8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สรุปได้ว่า สาระสำคัญและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นที่กระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยนักเรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลในการสังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัว ได้พัฒนากระบวนการคิด มีการวางแผนและลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการที่หลากหลาย จากแหล่งเรียนรู้ทั้งส่วนที่เป็นสากลและท้องถิ่น ความรู้ในรูปแบบต่างๆ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และเกิดการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้วิจัยมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้



### คำอธิบายรายวิชา

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางเพื่อจัดการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐาน สำหรับนักเรียนทุกคนส่วนรายวิชาเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามารถจัดให้นักเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้นหรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กำหนดไว้ หรือจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อื่นๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา วิทยาศาสตร์กายภาพ เป็นต้น ทั้งนี้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของนักเรียน โดยในรายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชาไว้ดังนี้ (ฝ่ายพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม. 2553 : 45)

ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของงาน พลังงาน กำลัง พลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานศักย์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน เครื่องกล โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน แปลงโมเมนตัม การคลและแรงคล การชนกันของวัตถุแบบยืดหยุ่นและแบบไม่ยืดหยุ่น การหมุน ความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงมุม ทอร์กกับการเคลื่อนที่แบบหมุน โมเมนต์ความเฉื่อย พลังงานจลน์ของการหมุน พลังงานจลน์ของการกลิ้ง โมเมนตัมเชิงมุม การเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุม การเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุม การทำงานในการหมุน การแกว่งของวัตถุ สภาพสมดุลเงื่อนไขของสมดุล การนำหลักของสมดุลไปประยุกต์ แรงที่ทำให้วัตถุผิดรูป ความเค้น ความเครียด โมดูลัสของยัง และการทนแรงของวัตถุ

โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการทดลอง เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานกล แรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ การชนกันของรถทดลองและยืดหยุ่น การชนกันของรถทดลองและไม่ยืดหยุ่น การระเบิดออกจากกัน การชนของลูกกลมโลหะในสองมิติ โมเมนต์ความเฉื่อยจากแพนดูลัมแบบบิด Physical Pendulum สมดุลของแรงสามแรง ความเค้นดึงและความเครียดดึง สื่อสารสิ่งที่เรารู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

### ผลการเรียนรู้

จากคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับวิชาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้กำหนดเป็นผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ไว้ดังนี้ (ฝ่ายพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม. 2553 : 47)

1. อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับงานและพลังงาน
2. ตำรวจตรวจสอบและความอธิบายเกี่ยวกับพลังงานจลน์และความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์ และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
3. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายเกี่ยวกับพลังงานศักย์และความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานศักย์และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
4. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง
5. อธิบายหลักการการทำงานของเครื่องกล โดยใช้หลักของงานและพลังงานและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
6. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายความหมายของโมเมนตัม
7. อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับการเปลี่ยนโมเมนตัม การดลและแรงดล
8. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายเกี่ยวกับการชนและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
9. อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับการหมุน ความเร็วเชิงมุม และความเร่งเชิงมุม
10. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กและการเคลื่อนที่แบบหมุนและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
11. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายโมเมนต์ความเฉื่อย
12. อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับพลังงานจลน์ของการหมุน
13. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายเกี่ยวกับโมเมนตัมเชิงมุม และอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุมและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
14. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายการทำงานการแกว่งของวัตถุ
15. ตำรวจตรวจสอบอธิบายสภาพสมดุลและเงื่อนไขของการสมดุลและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
16. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายโมเมนต์ของแรงและ โมเมนต์ของแรงคู่ควบและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
17. อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับเสถียรภาพของสมดุลและการนำหลักสมดุลไปประยุกต์
18. ตำรวจตรวจสอบและอธิบายแรงที่ทำให้วัตถุผิดรูป ความเค้น ความเครียดและมอดูลัสของยัง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
19. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความทนแรงของวัตถุ

จากผลการเรียนรู้จะเห็นได้ว่า ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 19 ข้อ ผู้วิจัยได้นำไปเป็นแนวทางที่นำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

#### โครงสร้างการจัดหน่วยการเรียนรู้

จากผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้กำหนดเป็น โครงสร้างการจัดหน่วยการเรียนรู้ มี 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้ (ฝ่ายพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม. 2553 : 51)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 งานและพลังงาน สาระสำคัญประกอบด้วย งาน กำลัง พลังงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกลและเครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน สาระสำคัญประกอบด้วย โมเมนตัม การคลและแรงคล การชนแบบ 1 มิติ การชนแบบ 2 มิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเคลื่อนแบบหมุน สาระสำคัญประกอบด้วย ความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงมุม ทอร์ก โมเมนต์ความเฉื่อย พลังงานจลน์ของการหมุน โมเมนตัมเชิงมุมและ งานของการหมุน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมดุลกล สาระสำคัญประกอบด้วย สมดุลกล สมดุลของแรงสาม แรง ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง สมดุลต่อการหมุน เสถียรภาพสมดุล สภาพยืดหยุ่น ( ความเค้น, ความเครียด ) มอดูลัสของยัง

จากโครงสร้างการจัดการหน่วยการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่า โครงสร้างการจัดการหน่วย การเรียนรู้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็น 4 หน่วย และมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างดี

สาระสำคัญ คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการชน สรุปได้ว่า โมเมนตัมเป็นปริมาณที่วัดความพยายามที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุเป็นปริมาณเวกเตอร์ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่ขณะใดๆ จะเท่ากับอัตราการเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เรียกว่า แรงคล แรงคลทำให้เกิดแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่ขณะนั้นทั้งขนาดและทิศทาง แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เรียกว่า แรงคล ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุ วัตถุการชนกันของวัตถุทำให้มีแรงกระทำระหว่างกัน โดย โมเมนตัมรวมของวัตถุจะมีค่าคงตัว เรียกว่า กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมการชนที่มีพลังงานจลน์คงเดิม เรียกว่า กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชนที่มีค่าพลังงานจลน์ลดลงเรียกว่าการชนแบบ ไม่ยืดหยุ่น

## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพพัฒนาความรู้ของนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยมีกระบวนการสร้างตามขั้นสอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

### ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551 : 269) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ระบบการผลิตและนำสื่อประสมที่สอดคล้องมาใช้กับวิชาหรือหน่วยหรือหัวเรื่องเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551 : 51) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม (Multimedia) เป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกันเพื่อผู้เรียนได้รับความรู้ที่ต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ อาจจัดไว้เป็นชุดๆ บรรจุในกล่องซองหรือกระเป๋า ชุดการสอนแต่ละชุดอาจประกอบด้วยเนื้อหาสาระ บัตรคำสั่ง/ใบงานในการทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ เอกสาร ใบความรู้ เครื่องมือหรือสื่อจำเป็นสำหรับกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งแบบวัดประเมินผลการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 15) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันจัดไว้เป็นชุด (Packages) เรียกว่า สื่อประสม (Multi Media) เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2554 : 107) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อและวิธีการสอนที่นำมาใช้สำหรับการสอนของผู้สอนและใช้สำหรับการเรียนของผู้เรียนประกอบด้วย สื่อการสอนทั้งในรูปของวัสดุ อุปกรณ์ และเทคนิควิธีต่างๆซึ่งมีกระบวนการ พัฒนาอย่างเป็นระบบบนฐานของทฤษฎีการเรียนรู้และมีการตรวจสอบประสิทธิภาพก่อน นำไปใช้และใช้ได้ผลดีในศูนย์การเรียน

ราตรี นันทสุคนธ์ (2554 : 72) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ว่าตรงกับคำว่า Instructional Package มีความหมายและลักษณะเช่นเดียวกับคำว่า Learning Package และ Instruction Kits หมายถึง สื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่มีลักษณะเป็นชุดสื่อประสม (Multi Media) ประกอบด้วยสื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ที่ได้รับการจัดไว้เป็นชุดๆ บรรจุอยู่ในซองหรือกระเป๋า ชุดการสอนสามารถนำมาใช้ให้ผู้เรียนทำการเรียนเป็นรายบุคคล และใช้ประกอบกับการบรรยายของผู้สอนได้อีกด้วย การจัดทำชุดการสอนจะจัดทำขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยตามที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อประสม (Multimedia) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในการเรียนแต่ละหน่วย โดยนำวิธีการจัดระบบเอาไว้ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ให้บรรลุ จุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยให้การสอนของครูดำเนินไปได้โดยสะดวกและมีประสิทธิภาพ

### ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีหลายประเภทซึ่งในแต่ละประเภทก็จะมีจุดมุ่งหมายในการใช้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการเลือกประเภทของชุดกิจกรรมมาใช้ให้เหมาะสม มีนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2551 : 7) เสนอแนวคิดในการแบ่งชุดการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 4 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทนชุดการสอนแบบบรรยายนี้ นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ยังถือว่า การสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

2. ชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น ในการสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียนชุดการเรียนการสอนรายบุคคลอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อย หรือ โมดูล

4. ชุดการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดการเรียนการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์การศึกษา เช่น ชุดการเรียนการสอนทางไกลมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ศุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551 : 52-53) ได้กล่าวถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กันนั้นแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการบรรยายของครู เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่มุ่งเน้นการปูพื้นฐานให้ทุกคนรับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้ลดเวลาในการอธิบายของผู้สอนให้น้อย

ลงเพิ่มเวลาให้ผู้เรียนให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติมากขึ้น โดยใช้สื่อที่มีอยู่พร้อมกันในชุดการสอนในการนำเสนอเนื้อหาต่างๆ สิ่งสำคัญ คือ สิ่งที่น่ามาใช้จะต้องให้ผู้เรียนเห็นชัดเจนทุกคนและมีโอกาสได้ใช้กันทุกคนหรือทุกกลุ่ม

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มกิจกรรม หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการเรียนกลุ่มย่อยเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยประมาณ 4 - 8 คน โดยใช้สื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหา วิชาที่เรียนโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชนิดนี้มักใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มเช่นกัน เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคลหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเอกัตภาพเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความต้องการและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ จุดประสงค์หลัก คือ มุ่งให้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่จัดในลักษณะหน่วยการสอนย่อย หรือ โมดูล ตัวอย่าง ชุดวิชาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

สุคนธ์ สนิธพานนท์ (2553 : 16 - 17) ได้กล่าวถึง ชุดการเรียนที่เหมาะสมกับครูผู้สอนในการจัดการศึกษาในระบบนั้น สามารถจัดได้ 4 รูปแบบ คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน เป็นชุดการเรียนที่ครูใช้ประกอบการสอน ประกอบด้วย คู่มือ สื่อการเรียนการสอน ที่หลากหลาย มีการจัดกิจกรรมและสื่อการสอน ประกอบการบรรยายของผู้สอน ชุดการเรียนนี้มีเนื้อหาสาระวิชาเพียงหน่วยเดียว และใช้กับผู้เรียนทั้งชั้นแบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยาย มีการกำหนดกิจกรรมตามลำดับขั้น

2. ชุดการเรียนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ร่วมกันโดยปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ในชุดการเรียน หรืออาจจะเรียนรู้ชุดการเรียนในศูนย์การเรียนรู้ กล่าวคือในแต่ละศูนย์การเรียนรู้จะมีชุดการเรียนในแต่ละหัวข้อย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้เรียนศึกษา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะหมุนเวียนศึกษาความรู้ และทำกิจกรรมของชุดการเรียนจนครบทุกศูนย์การเรียนรู้

3. ชุดการเรียนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนที่ให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเองผู้เรียนจะเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดการเรียน ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน และเมื่อศึกษาจนครบขั้นตอนแล้ว ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ด้วยตนเอง

4. ชุดการเรียนแบบผสม เป็นชุดการเรียนที่มีการจัดกิจกรรมหลากหลายบางขั้นตอน ผู้สอนอาจใช้วิธีการบรรยายประกอบการใช้สื่อ บางขั้นตอนผู้สอนอาจให้ผู้เรียนศึกษาความรู้จากชุดการเรียนโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ได้มีผู้แบ่งชุดกิจกรรมไว้หลายประเภท แต่ละประเภทมีความเหมาะสมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนนั้นจะนำไปใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนในการเรียนรู้ โดยมีการวางแผนการจัดการที่เป็นระบบ ตั้งแต่เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินตามลำดับขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ พัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้  
ทิสนา เขมมณี (2550 : 10 - 12) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 9 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ชื่อชุดกิจกรรม หมายถึง ชื่อกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์
2. ชื่อหน่วย หมายถึง หัวข้อย่อยที่ประกอบขึ้นเป็นชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ในแต่ละชุดกิจกรรม
3. คำชี้แจง สำหรับผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรม หมายถึง ข้อเสนอแนะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากชุดกิจกรรมของผู้เรียน
4. สารการเรียนรู้ หมายถึง เนื้อหารายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ในชุดกิจกรรม
5. ตัวบ่งชี้ในการเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาในหน่วยย่อยของชุดกิจกรรมตามที่หลักสูตรกำหนด
6. เวลาที่ใช้ หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละหน่วยของชุดกิจกรรม
7. กิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วย หมายถึง การกำหนดงานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ
8. สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ หมายถึง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กับการเรียนการสอนในชุดกิจกรรม
9. การประเมินผล หมายถึง การทดสอบความสามารถของผู้เรียน หลังจากเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ในชุดกิจกรรม

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551 : 275) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม มี 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. มีรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนในการใช้ชุดการสอน สิ่งที่ต้องการเตรียมตลอดจนกระบวนการของการเรียนการสอน

2. คู่มือการเรียนสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย คำแนะนำในการเรียน คำสั่ง กิจกรรม ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ ตลอดจนการเรียนการสอน
  3. เนื้อหาและสื่อการสอนแบบประสม กิจกรรมการเรียนการสอนวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์ของเนื้อหาแต่ละตอน
  4. นักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมด้วยตนเอง และเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจหรือความต้องการของตนเอง
  5. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการขาดแคลนครูและคุณภาพการเรียนรู้ได้
  6. ให้ความสะดวกแก่ครูผู้สอนและช่วยให้ครูมีความมั่นใจในการสอนของตนเอง
- สภาพรรณ เติ้งวงษ์ (2551 : 20 - 21) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมไว้

5 ส่วน คือ

1. กถ่องหรือกระป๋องสำหรับบรรจุชุดการสอน
2. คู่มือครูประกอบด้วยคำชี้แจงการใช้ชุดการเรียน สิ่งต่างๆ ที่ครูต้องเตรียม แผนผังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละศูนย์ สื่อ รูปแบบวิธีการ ประเมินผล แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน
3. ซองกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละศูนย์ ประกอบด้วย บัตรคำสั่งต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เนื้อหาหรือประสบการณ์ซึ่งจัดไว้ในสื่อรูปแบบต่างๆ แบบประเมิน การปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละศูนย์ อาจประเมินเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ และเฉลยแบบฝึกหัด หรือ แบบทดสอบของแต่ละศูนย์
4. แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนตามระบุในคู่มือครู
5. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

ศิวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551: 52) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนการจัดชั้นเรียน บทบาทผู้เรียน เป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นลูกเล่มหรือแผ่นพับก็ได้
2. บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุในชุดการสอน บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรม และการสรุปบทเรียน การจัดทำบัตรคำสั่งหรือบัตรงาน ส่วนใหญ่นิยมใช้กระดาษแข็ง 6 x 8 นิ้ว



3. เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่างๆ จัดไว้ในรูปของสื่อการเรียนรู้อันหลากหลาย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่างๆ จัดไว้ในรูปของสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลย แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.2 แบบโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพ เทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ (Slide) วิดิทัศน์ (Video) ซีดีรอม (CD - Rom) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นต้น

4. แบบประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้วยตนเอง ทั้งก่อนและหลังเรียน อาจเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่เลือกตอบหรือกาเครื่องหมายถูกผิดก็ได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย คู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551 : 75) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

อย่างมีระบบ มีรายละเอียด 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ เป็นการกำหนดหมวดวิชากลุ่มประสบการณ์หรืออาจจะเป็นการบูรณาการกับเนื้อหาวิชาอื่น

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดหน่วยการสอน เป็นการแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยสำหรับในการสอนแต่ละครั้ง ซึ่งอาจจะเป็นหน่วยการสอนละ 60 นาที 120 นาที หรือ 180 นาที โดยจะขึ้นอยู่กับเนื้อหาวิชาหรือระดับชั้น

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดหัวเรื่อง เป็นการแบ่งเนื้อหาของหน่วยการสอนให้ย่อยลงมา โดยพิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนในเนื้อหานั้นๆ ประกอบกัน

ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดมโนทัศน์และหลักการ เป็นการกำหนดสาระสำคัญจากหัวเรื่องในหน่วยนั้นๆ โดยพิจารณาว่าในหัวเรื่องนั้น มีสาระสำคัญหรือหลักเกณฑ์อะไร ที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้หรือให้เกิดขึ้นหลังจากเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการเขียนจุดประสงค์ของการสอนในหน่วยนั้นๆ เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนควรจะต้องมีพฤติกรรมอย่างไร หลังจากเรียนเรื่องนั้นแล้ว

ขั้นตอนที่ 6 การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ จะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะเป็นแนวทางในการผลิตสื่อการสอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 7 การกำหนดการประเมินผล เป็นการกำหนดวิธีการที่จะวัดว่านักเรียนเรียนแล้วสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของหน่วยเนื้อหานั้นๆ หรือไม่ โดยพิจารณาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เตรียมไว้

ขั้นตอนที่ 8 การเลือกและการผลิตสื่อการสอน ลักษณะเนื้อหาและลักษณะนักเรียนตามที่กำหนดไว้ สื่อชนิดใดหรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใดจึงจะเหมาะสมสอดคล้องและทำให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนได้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เพียงใดและหากพบว่ายังมีข้อบกพร่องก็จะนำไปปรับปรุงแก้ไขจนทำให้การเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 10 การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแล้วจึงจะสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนปกติได้ โดยจะมี 5 ขั้นตอน ในการใช้ดังนี้

10.1 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อพิจารณาความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียนเนื้อหานั้นๆ

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน

10.4 การสรุปบทเรียน

10.5 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อพิจารณาว่านักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551 : 56) ได้กล่าวถึง การใช้ชุดกิจกรรมในการเรียนการสอน มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทดสอบก่อนเรียน ให้ผู้เรียนได้ทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน อาจใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที และควรเฉลยผลการทดสอบให้ผู้เรียนแต่ละคนทราบพื้นฐานความรู้เดิม

2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้

3. ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน ผู้สอนจะต้องชี้แจงหรืออธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างละเอียดทุกขั้นตอนก่อนลงมือทำกิจกรรม

4. ชั้นสรุปบทเรียน ผู้สอนสรุปบทเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการถามหรือให้ผู้เรียนสรุปความเข้าใจหรือสาระที่ได้จากการเรียนรู้ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนมีความคิดรวบยอดตามหลักการที่กำหนด

5. ประเมินผลการเรียน โดยการทำข้อสอบหลังเรียน เพื่อประเมินว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ เพื่อจะปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนในกรณีที่ยังไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2553 : 20 - 21) ได้กล่าวถึง การนำชุดการเรียนรู้ไปใช้นั้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนรายบุคคล การเรียนเป็นคู่ การเรียนเป็นกลุ่ม โดยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เร้าความสนใจของผู้เรียน โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น ทบทวนความรู้ในเนื้อหาเดิม เกม ปริศนา คำถาม เป็นต้น

ขั้นที่ 2 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนศึกษาชุดกิจกรรมการสอนดังนี้

3.1 ศึกษาคำชี้แจงของการใช้ชุดการเรียนการสอน และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

3.2 ศึกษาบัตรคำสั่ง

3.3 ศึกษาและปฏิบัติตามกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในบัตรปฏิบัติการ (ถ้ามี) และ

ตรวจคำตอบจากบัตรเลย

3.4 ศึกษาบัตรเนื้อหา

3.5 ทำบัตรฝึกหัด และตรวจจากบัตรเฉลย

3.6 ทำบัตรทดสอบ

3.7 ประเมินตนเอง โดยตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยและคะแนนด้วยความซื่อสัตย์

ขั้นที่ 4 สรุปทบทวนความรู้ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ในประเด็นที่สำคัญที่ได้จากการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจะต้องเริ่มจากการกำหนดหมวดหมู่กำหนดหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อเรื่องที่จะเรียนแล้วกำหนดความคิดรวบยอด เขียนวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ออกแบบการจัดกิจกรรม สร้างแบบประเมิน ผลลัพธ์ และหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วจึงทดลองใช้สื่อ

### วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT

วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตาม

รูปแบบการเรียนรู้และความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ

#### ความหมายวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT

เป็นรูปแบบที่นิยมใช้การแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ มีนักการศึกษาหลายได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT ดังนี้  
 กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550 : 46) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการการเรียนรู้จากความสัมพันธ์ของ 2 องค์ความรู้ คือ การรับรู้และกระบวนการจัดการข้อมูลในการรับรู้ของบุคคลมี 2 แนวทางด้วยกัน คือ ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านทางความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม ส่วนกระบวนการจัดการข้อมูลของบุคคลมี 2 แนวทางเช่นกัน คือ ผ่านทางการลงมือทดลองปฏิบัติและการสังเกตโดยใช้ความคิดอย่างไตร่ตรอง

ทิสนา เขมมณี (2550 : 264) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT หมายถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง เกิดความเข้าใจและนำความรู้ไปใช้ และสามารถสร้างผลงานที่เป็นความคิดของตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550 : 154) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 คุณลักษณะกับการพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนตามแบบและตามความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองตามศักยภาพ

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า วัฏจักรการจัดการเรียนรู้ แบบ 4 MAT หมายถึง การจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ โดยคำนึงการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุลทุกขั้นตอนสอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

#### การจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากการค้นคว้าวิจัยของเบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) นักการศึกษา นักแนะแนวการศึกษาที่ประยุกต์แนวคิดของ เดวิด คอลบ์ (David Kolb) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมองทั้งซีกขวาและซีกซ้ายอย่างสมดุล โดยคำนึงถึงความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียน

ดวงหทัย แสงวิริยะ (2544 : 17 - 19) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT โดยเสนอแนวคิดเกี่ยวกับผู้เรียน ทั้ง 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

ผู้เรียนแบบที่ 1 ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยการใช้จินตนาการเป็นหลัก จะเรียนได้ดี โดยการฟังจะรับข้อมูลแล้วสะท้อนความคิดเห็นโดยหาความหมายที่ชัดเจน แล้วบูรณาการ ประสบการณ์ให้เข้ากับตนเอง เพื่อนำข้อมูลไปใช้เป็นส่วนตัวสามารถจัดการกับปัญหาด้วยตนเอง และระดมความคิดกับผู้อื่นก็ได้ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้ โดยคำนึงถึง 9 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. อำนวยความสะดวกเพื่อให้เกิดความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน
2. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักตนเองมากขึ้น
3. หลักสูตรควรส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลอย่างแท้จริง
4. การได้ความรู้เป็นการยกระดับความเข้าใจของบุคคล
5. ส่งเสริมความเป็นตัวตนที่แท้จริงของผู้เรียน
6. ชอบการอภิปรายงานกลุ่มและข้อมูลย้อนกลับที่เป็นจริงเกี่ยวกับความรู้สึก
7. สนใจคนที่ใช้ความพยายามในการร่วมมือกับผู้อื่น
8. ตระหนักถึงพลังทางสังคมที่มีผลต่อการพัฒนามนุษย์
9. พยายามเน้นจุดมุ่งหมายที่มีความหมายที่ดี
10. โน้มน้าวเมื่อเกิดความกังวล ความกดดัน และบางเวลา

คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ ทำไม (Why)

ผู้เรียนแบบที่ 2 ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยใช้การวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียด เป็นหลักจะแสวงหารายละเอียดและคิดเป็นขั้นตอน จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรมและสะท้อนความคิดเห็นออกมาการตรวจสอบข้อเท็จจริงและการนำเสนอข้อเท็จจริงต่างๆ มาประกอบเป็นทฤษฎี จัดการกับปัญหาด้วยเหตุผล หลักเกณฑ์และการดำเนินการเป็นขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ข้อเท็จจริง ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้ โดยคำนึงถึง 9 ข้อดังต่อไปนี้

1. สนใจในการถ่ายทอดความรู้
2. พยายามเป็นผู้ที่มีความถูกต้อง แม่นยำให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. มีความเชื่อว่าหลักสูตรจะส่งเสริมความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายมากขึ้น

และการนำเสนออย่างมีระบบ

4. มองความรู้อย่างเข้าใจลึกซึ้ง
5. ส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถโดดเด่น
6. ชอบข้อเท็จจริงและรายละเอียดการคิดแบบเป็นระบบและตามขั้นตอน
7. เป็นครูแบบเดิมที่รักความรู้ แบบแม่นยำ
8. เชื่อในการใช้อำนาจอย่างมีเหตุผล
9. มีแนวโน้มที่ไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีอำนาจเหนือเจตคติ

คำถามที่ผู้เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ อะไร (Why)

ผู้เรียนแบบที่ 3 ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสและสามัญสำนึก ชอบการลงมือปฏิบัติ จะรับรู้ข้อมูลที่เป็นนามธรรมและประมวลความรู้จากการทดลองกระทำสิ่งต่างๆ ต้องการรู้วิธีการของสิ่งต่างๆ ชอบวางแผนและกำหนดเวลา จัดการแก้ปัญหาด้วยการลงมือทำ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้ โดยคำนึงถึง 10 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. สนใจผลิตผลและความสามารถ
2. พยายามให้ทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต
3. เชื่อว่าหลักสูตรควรปรับให้เข้ากับความสามารถและการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์
4. การส่งเสริมการประยุกต์ใช้ การปฏิบัติ
5. ความรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการดำรงชีวิตได้
6. ชอบวิธีการใช้ทักษะและกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ
7. วิธีที่ดีควรส่งเสริมด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
8. ใช้การให้รางวัลในการวัดผล
9. มีแนวโน้มที่จะไม่ยืดหยุ่นและเชื่อมั่นในตนเอง
10. ขาดทักษะของการทำงานเป็นทีม

คำถามที่เรียนแบบนี้ชอบใช้ คือ จะทำงานนี้ได้อย่างไร (How)

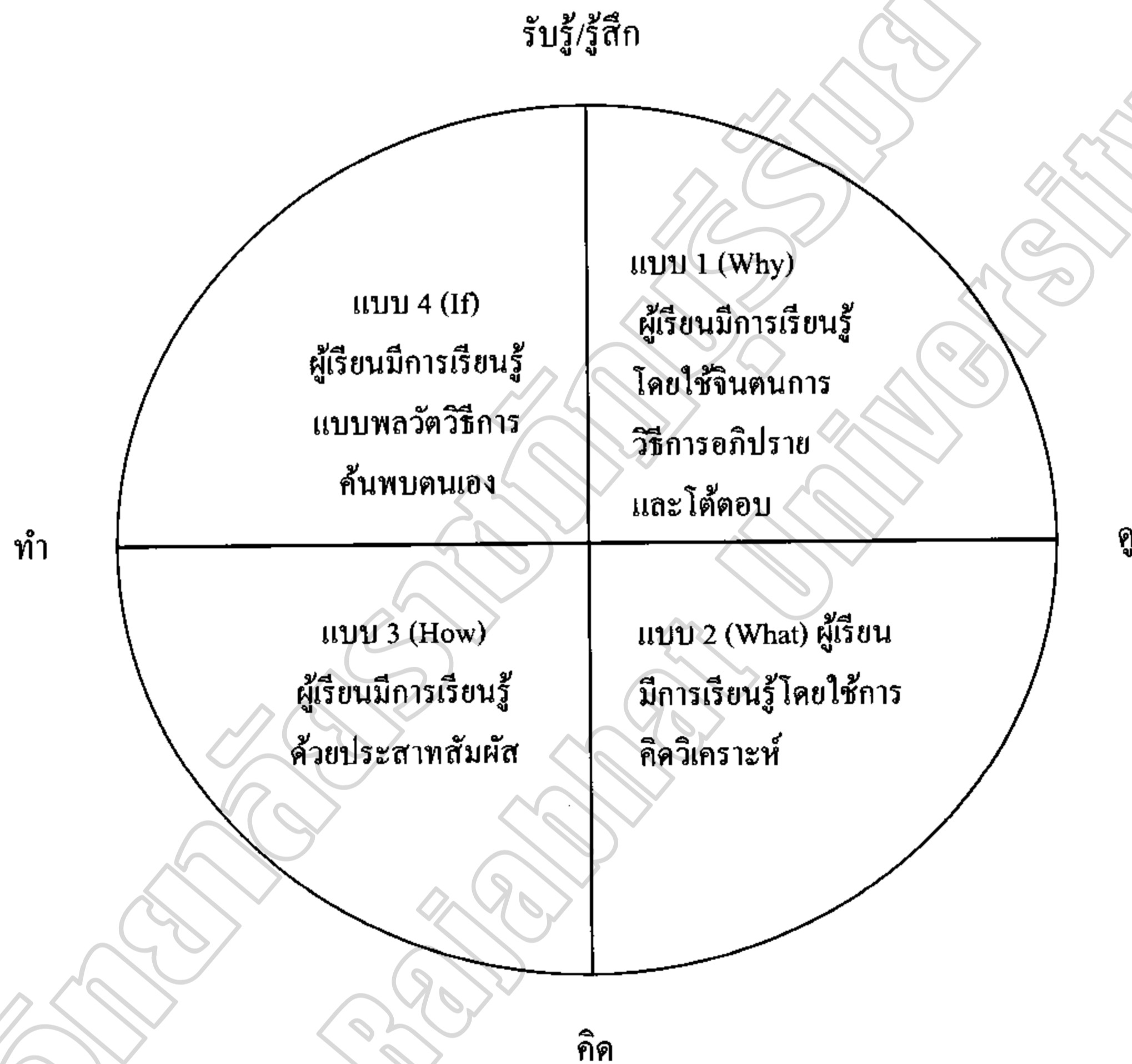
ผู้เรียนแบบที่ 4 ผู้เรียนมีการเรียนรู้แบบพลวัตและการค้นพบด้วยตนเอง จะรับรู้ผ่านสิ่งที่ป็นรูปธรรม เรียนด้วยการลองผิดลองถูก จะปรับตัวหรือเปลี่ยนแปลงได้ง่าย มีความคิดใหม่มีความสามารถมองทิศทางใหม่ๆ จัดการกับปัญหาด้วยสัญชาตญาณ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้ โดยคำนึงถึง 8 ข้อ ดังนี้

1. สนใจในการทำให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง
2. พยายามช่วยให้บุคคลแสดงวิสัยทัศน์ของเขา
3. เชื่อว่าหลักสูตรควรจะมุ่งไปหาความสนใจและความถนัดของผู้เรียน
4. เข้าใจว่าความรู้จำเป็นสำหรับการปรับปรุงสังคมที่ยิ่งใหญ่
5. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการทดลอง
6. ชอบวิธีการสอนที่หลากหลาย
7. เป็นผู้นำที่พยายามกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน
8. พยายามสร้างสรรค์สิ่งใหม่เพื่อกระตุ้นให้มีชีวิตชีวามากขึ้น สามารถสร้าง

ขอบเขตใหม่ๆ

คำถามแบบนี้ชอบใช้ คือ ถ้า (If)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ปรากฏรายละเอียดความสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 2.1 (ดวงหทัยแสงวิริยะ. 2544 : 19)



ภาพประกอบ 2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545 : 154 - 160) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT ที่สร้างขึ้น โดยสร้างวงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นที่ ของวงกลมถูกแบ่งออกโดยเส้นแห่งการเรียนรู้และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลจากการรับรู้ เป็น 4 ส่วน ดังปรากฏในภาพประกอบ 2.2 โดยให้แต่ละส่วนใช้แทนกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ลักษณะ โดยนิยามว่า

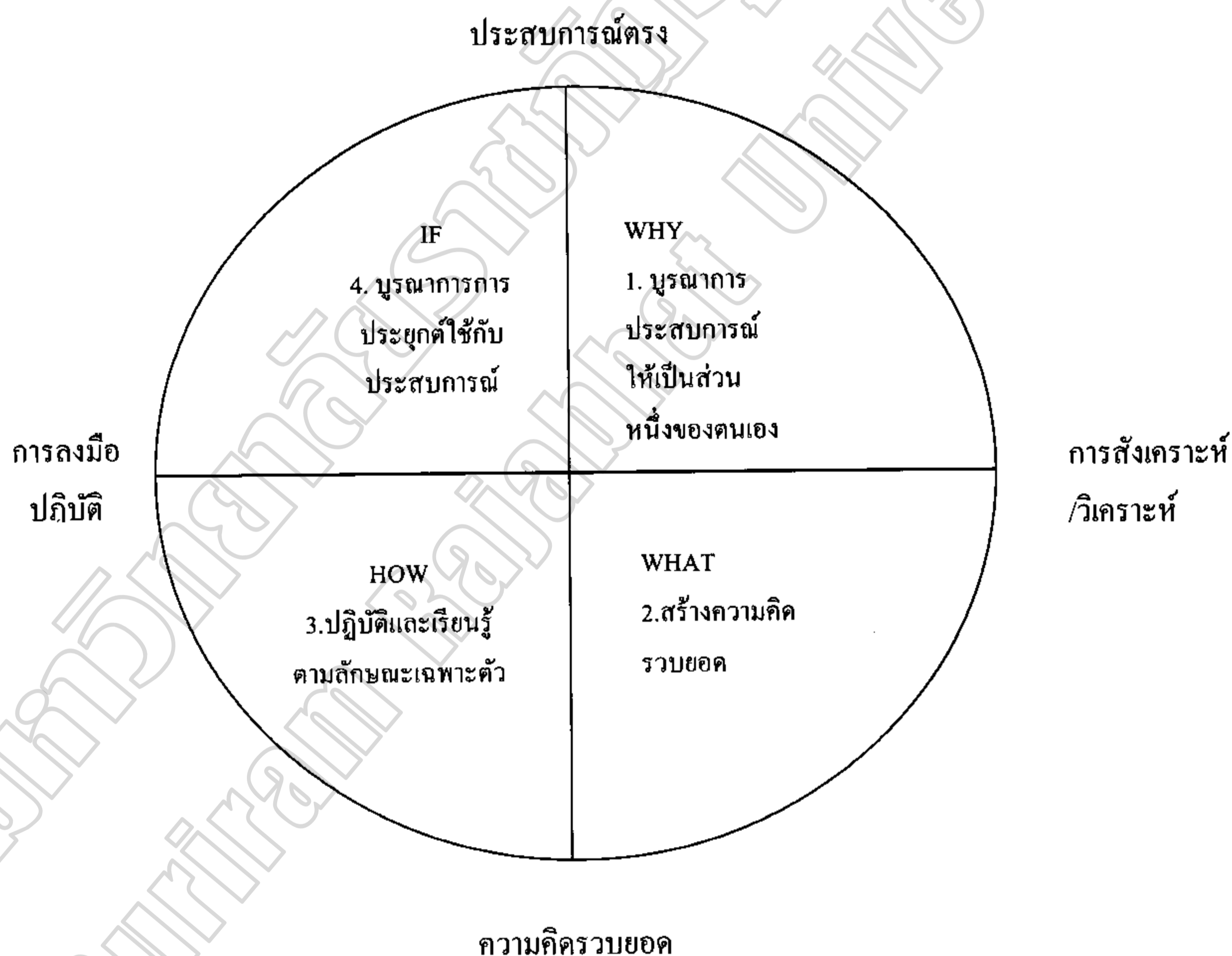
ส่วนที่ 1 คือ บูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating Experience with the with Self) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมประจำส่วนนี้ คือ ทำไม (Why)

ส่วนที่ 2 คือ สร้างความคิดรวบยอด (Concept Formulation) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมประจำส่วนนี้ คือ อะไร (What)

ส่วนที่ 3 คือ ปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and Personalization) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมประจำส่วนนี้ คือ ทำอย่างไร (How)

ส่วนที่ 4 คือ บูรณาการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating Application and Experience ) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมประจำส่วนนี้ คือ ถ้า (If)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ปรากฏรายละเอียดความสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 2.2 (มัทธา ธรรมบุศย์. 2545 : 156)

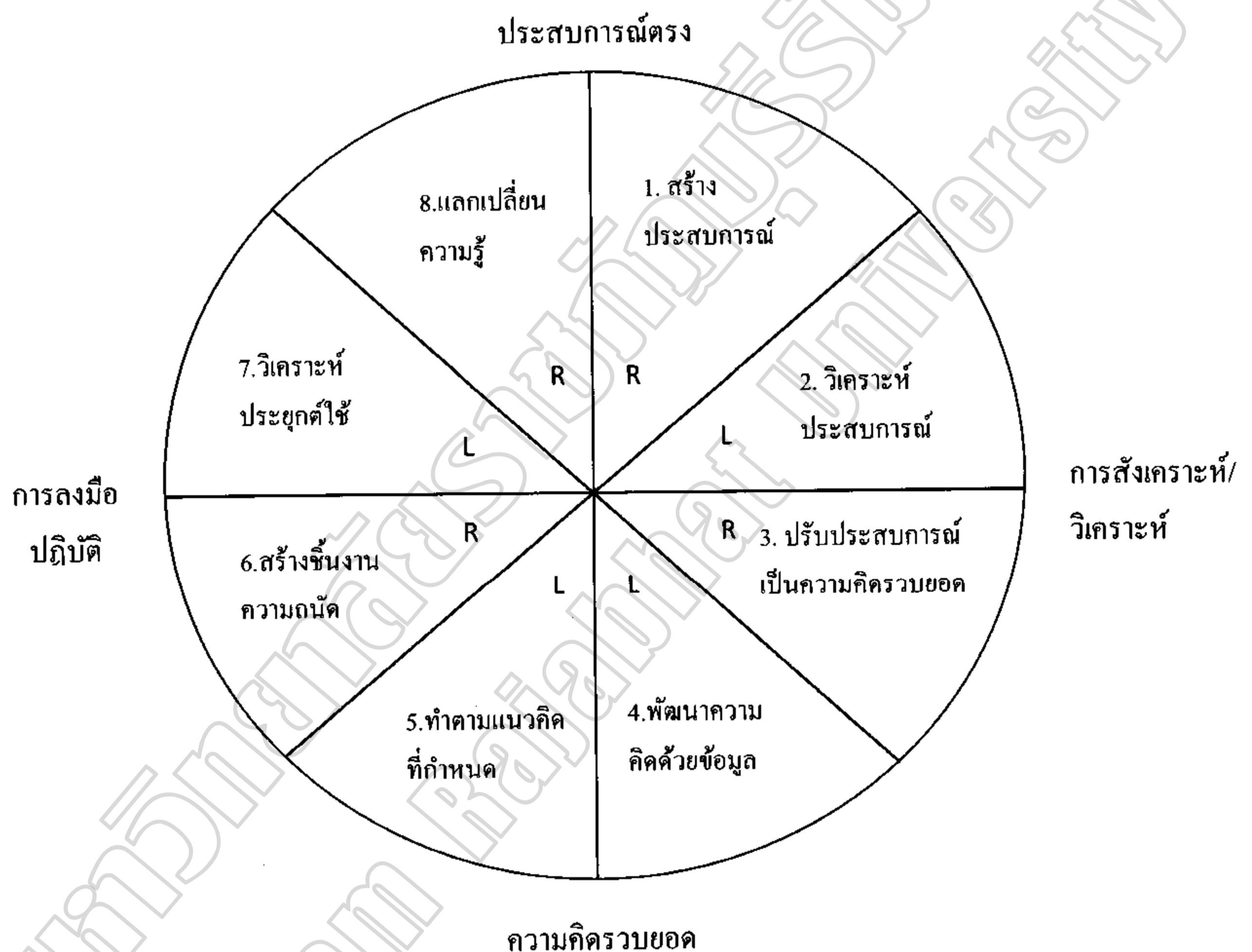


ภาพประกอบ 2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT

เมื่อนำเอาความคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตอบสนองการใช้สมองซีกซ้ายและขวามาเป็นหลักประกอบ ทำให้การวางแผนกิจกรรมแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัด



กิจกรรมได้อย่างหลากหลายและยืดหยุ่น ตอบสนองการพัฒนาศักยภาพทุกด้านของผู้เรียน ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างเต็มที่ เพื่อสะดวกในการเตรียมแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนจะมีชื่อเรียกลักษณะเด่นอย่างคร่าวๆ พอที่จะสื่อสารกันได้ และแต่ละส่วนแต่ละขั้นตอนมีหลักการเป็นแนวทาง ดังภาพประกอบ 2.3 (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545 : 158)



ภาพประกอบ 2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT

ส่วนที่ 1 การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเองเป็นช่วงที่นักเรียนใช้ประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมไปสู่การสังเกต/คิดวิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง

บทบาทครู : เป็นผู้กระตุ้น สร้างแรงจูงใจ

วิธีการ : การใช้คำถามสร้างความเข้าใจ การอภิปรายการให้นักเรียนทำกิจกรรมการออกไปพบของจริง

ในส่วนที่ 1 นี้กิจกรรมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นที่นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าจะเรียนนั้นมีความหมายโดยตรงกับตัวนักเรียนเอง โดยการให้นักเรียนได้สัมผัสได้เกิดความรู้สึก ได้แก้ ได้ซักถามหรือได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังจะเรียน ครูอาจใช้กิจกรรม เกม การตั้งคำถามให้คิดหรือใช้จินตนาการ เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวา ทักษะที่ใช้ในช่วงนี้ คือ ทักษะการตั้งคำถามและทักษะในการร่วมกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ เป็นขั้นที่นักเรียนต้องหาเหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นแรกด้วยการวิเคราะห์ นักเรียนจะช่วยกันอภิปรายและอธิบายเหตุผลตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน ทักษะที่สำคัญในช่วงนี้ คือ ทักษะในการวินิจฉัย วิเคราะห์ อภิปราย ในขั้นนี้ครูอาจใช้เทคนิคการจัดกิจกรรมหลายรูปแบบประกอบ เช่น การใช้เทคนิคการเขียนแผนผังความคิด (Mind Mapping) ไปใช้เป็นกิจกรรมการสอน นักเรียนต่างก็มีความสุขและสนุกที่ได้มีโอกาสคิด

ส่วนที่ 2 สร้างความคิดรวบยอด เป็นการเรียนรู้ ในขั้นตอนการเชื่อมโยงจากการเรียนรู้ข้อมูลอย่างไตร่ตรองมาสู่การสร้างความคิดรวบยอด

บทบาทครู : เป็นผู้เตรียมข้อมูล ให้ข้อมูลสาริต

วิธีการ : ให้นักเรียนค้นคว้าครูให้ข้อมูล ฯลฯ

ในส่วนที่ 2 นี้กิจกรรมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด เป็นขั้นที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และไตร่ตรองความรู้ที่ได้จากขั้นแรกเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ครูให้ค้นคว้าเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นจนสามารถที่จะเรียนขั้นต่อไปได้ คือ เป็นขั้นที่ต้องกิจกรรมให้นักเรียนทำแล้วสร้างความคิดรวบยอดเป็นของตนเองได้ เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวา

ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูลการสอนเป็นขั้นของการให้ข้อมูลรายละเอียด ทฤษฎี หลักการ ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเพื่อทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจจนสร้างความคิดรวบยอด จากเรื่องที่เรียนได้เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกซ้าย ขั้นนี้ถึงแม้ว่าบทบาทของครู คือ ผู้สอน แต่ครูควรหลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลความรู้ด้วยการบรรยายควรใช้วิธีอื่นแทน เช่น การให้นักเรียนค้นคว้า ทดลอง ครูสาริต หรือให้เรียนรู้จากวิทยากรท้องถิ่น

ส่วนที่ 3 การปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะและการสร้างชิ้นงานกระบวนการที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้เป็นการเคลื่อนไหวจากขั้นสร้างความคิดรวบยอดมาสู่การลงมือกระทำหรือลงมือทดลองตามความคิดรวบยอดมาสู่การลงมือทดลองตามความคิดของนักเรียนอย่างกระตือรือร้น

บทบาทครู : คือ โค้ช (Coach) หรือ ผู้คำแนะนำ ผู้อำนวยการความรู้ ความสะดวก ผู้ให้ความช่วยเหลืออยู่เบื้องหลัง

วิธีการ : ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

ใน ส่วนที่ 3 นี้กิจกรรมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำเนิด เป็นขั้นที่นักเรียนจะทำตามใบงาน แบบฝึกหัดคู่มือ ทำตามขั้นตอนที่กำหนด หรือบทสรุปที่ได้ในขั้นที่ 4 ก็ได้ ซึ่งเป็นการพัฒนาสมองซีกซ้ายของนักเรียน ทักษะที่ใช้ในช่วงนี้ คือ ทักษะการถาม การลองผิดลองถูก การทำนาย การบันทึก การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ทดลอง การสำรวจ

ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจเป็นขั้นของการบูรณาการและสร้างสรรค์อย่างแท้จริง เพราะเป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสแสดงความสนใจ ความถนัดความเข้าใจเนื้อหาวิชา ความซาบซึ้งและจินตนาการของตนเองออกมาเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่างๆ ตามที่ตนเลือก เช่น สิ่งประดิษฐ์ สมุดรวมภาพ ภาพวาด นิทาน บทกวี หรือบทละคร หรือหนังสือ เป็นต้น เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวา กิจกรรมในขั้นที่ 6 นี้เป็นผลมาจากการลงมือปฏิบัติจากขั้นที่ 5 ซึ่งนักเรียนมีโอกาสทำงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจจนสามารถพัฒนาเป็นความคิดรวบยอดได้ ดังนั้นครูต้องตระหนักว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นที่ 5 ต้องมีลักษณะที่กระตุ้นหรือส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด ไม่ใช่เกิดความจำได้แต่เพียงอย่างเดียวและในส่วนนี้ คือ สิ่งที่สามารถปรากฏเป็นแฟ้มผลงานของนักเรียน (Port Folio) ถ้าครูวางแผนการทำงานล่วงหน้าไว้อย่างดี นักเรียนสามารถผลงานได้โดยครูไม่ต้องคอยพะวงเรื่องการทำแฟ้มผลงานของนักเรียน ทักษะที่ใช้ในช่วงนี้ คือ ทักษะการจัดระบบจัดลำดับก่อนหลังการแก้ปัญหา การลงมือทำงาน การสรุปจดบันทึก

ส่วนที่ 4 การบูรณาการการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ของตน กระบวนการการเรียนรู้ในส่วนที่ 4 เกิดจากกิจกรรมการลงมือกระทำด้วยตนเองจนสำเร็จและไปสู่การรับรู้และมีความรู้สึกที่ดีเป็นประโยชน์ต่อตนเองต่อไป

บทบาทครู : เป็นผู้ประเมิน ผู้ซ่อมเสริม รวมทั้งผู้เรียนร่วมกัน

วิธีการ : การค้นหาค้นหาตนเอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแนะนำผู้อื่น

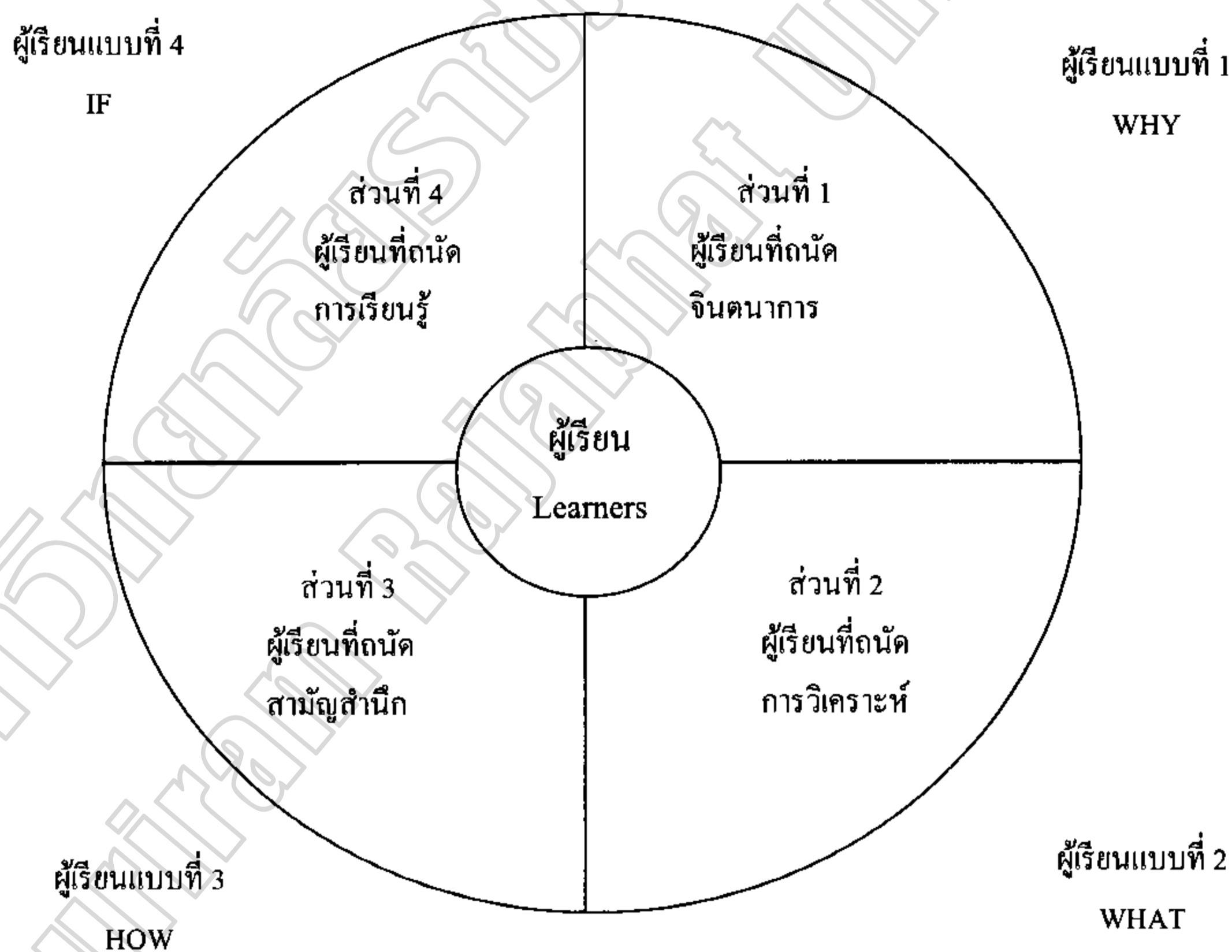
ใน ส่วนที่ 4 นี้ กิจกรรมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ชื่นชมกับผลงานของตนเองหรือนักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่กิจกรรมอื่นๆ หรือนักเรียนนำผลงานของตนเองในกลุ่มย่อยๆ ให้เพื่อนช่วยติชมเป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกซ้าย

ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แบ่งปันประสบการณ์ที่ได้รับจากการค้นคว้าหรือลงมือกับคนอื่นๆ ที่อาจพบในสถานการณ์ใหม่ ได้แก่ จัดแสดงผลงานในวันสำคัญของโรงเรียน เป็นขั้นที่เน้นการใช้สมองซีกขวาทักษะที่ใช้ในช่วงนี้

คือ การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและแลกเปลี่ยนความคิดความรู้ซึ่งกันและกัน การมองอนาคตต่อตนเอง

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558 : 75 - 79) ได้กล่าวถึง เบอ์นิส แมคคาธิ (Bernice McCarthy) เชื่อในศักยภาพของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันจึงคำนึงถึงรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละประเภท เขาได้นำแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ของเดวิด คอลฟ์ (David Kolb) ที่แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ตามความแตกต่างการเรียนรู้ตามความแตกต่างของการเรียนรู้เป็น 4 ส่วนตามจุดตัดแกนของรับรู้และแกนกระบวนการ โดยให้พื้นที่ 4 ส่วน ที่เกิดจากการตัดกันของแกนการรับรู้และแกนกระบวนการแทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ประเภท โดยคำนึงความคิดเกี่ยวกับระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวากับธรรมชาติของการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 2.4 (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2558 : 76)



ภาพประกอบ 2.4 ลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ประเภท

ส่วนที่ 1 ผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ (Imaginative Learners) เป็นผู้เรียนที่เรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรม ผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการเฝ้าสังเกตอย่างไต่ร่อง ผู้เรียน

แบบนี้ จะมีพฤติกรรมการเรียนรู้ คือ เป็นคนช่างคิด ช่างสงสัย ชอบเรียนรู้ด้วยการสังเกตและสัมผัส ชอบการเรียนรู้จากการฟัง การเฝ้าดู ชอบจินตนาการ แล้วนำไปแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผู้อื่นมักตั้งคำถามว่า “ทำไม” ต้องเรียนเรื่องนี้

ส่วนที่ 2 ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) เป็นผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นนามธรรม เรียนรู้โดยรับรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างประสบการณ์นามธรรม หรือความคิดรวบยอด เป็นผู้สนใจข้อเท็จจริง ชอบเรียนรู้จากการรับข้อมูล ข่าวสาร และสิ่งต่างๆ เป็นคนช่างวิเคราะห์ มีเหตุผล ผู้เรียนในกลุ่มนี้จะตั้งคำถามว่าอะไร (What) เราจะเรียนอะไรกัน

ส่วนที่ 3 ผู้เรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึก (Commonsense Learners) เป็นผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้จากการรับรู้ความคิดรวบยอดไปสู่การลงมือปฏิบัติที่สะท้อนระดับความเข้าใจของตนเองผู้เรียนแบบนี้จะสนใจในวิธีการต่างๆ อยากรู้ว่าสิ่งนั้นทำงานอย่างไร ชอบที่จะได้ลงมือปฏิบัติจริงเป็นการเรียนรู้จากสามัญสำนึกที่สัมผัสได้ ทดลองทำจริง ปฏิบัติจริง ผู้เรียนในกลุ่มนี้จะตั้งคำถามว่าอย่างไร (How) เราจะเรียนเรื่องนี้อย่างไร

ส่วนที่ 4 ผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ (Damic Learners) เป็นผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ผู้เรียนเรียนรู้และสนุกกับการได้ค้นพบด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติได้หรือไม่ จึงสนใจในการค้นหาสิ่งใหม่ด้วยตนเอง ด้วยการทดลอง พิสูจน์ เป็นผู้เรียนที่เรียนรู้และสนุกกับการได้ค้นพบด้วยตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนกลุ่มนี้จะตั้งคำถามว่า ถ้า (If) ถ้า... แล้วจะนำไปใช้อย่างไร

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอนกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้ผู้เรียนคิดโดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตการออกไปปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผลให้ฝึกทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ฝึกเขียนผังมโนคติ (Concept Mapping) ผู้เรียนช่วยระดมสมอง

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์ความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา)

ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน

#### ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนให้ทฤษฎีหลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาความคิดรวบยอดของตนในเรื่องที่เรียน จึงควรจัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากใบความรู้แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสาธิต การทดลอง คู่มือทัศนศึกษา การใช้ห้องสมุด

#### ขั้นที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ทำแบบฝึกหัด การสรุปผลการทดลองสรุปผลการทำแบบฝึกหัดที่ถูกต้อง ชัดเจน ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม

#### ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)

ผู้สอนให้ผู้เรียนแสดงความสามารถของตนเอง ตามความถนัด ความสนใจ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง เป็นการแสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน ชิ้นงาน ได้แก่ สมุดภาพ พร้อมคำบรรยาย สิ่งประดิษฐ์ ภาพวาด นิทาน แผ่นพับ ฯลฯ

#### ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์ชิ้นงานของตน อธิบายขั้นตอนการทำงานอุปสรรคในการทำงานและวิธีการแก้ไข โดยบูรณาการประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรืออนาคต อาจวิเคราะห์ชิ้นงานในกลุ่มย่อยหรือกลุ่มใหญ่ตามความเหมาะสม

#### ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (พัฒนาสมองซีกขวา)

ผู้สอนให้ผู้เรียนนำผลงานของตนเองมานำเสนอจัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ จัดป้ายนิเทศ โดยให้สมาชิกกลุ่มอื่นได้ชื่นชมและผลัดกันวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่ง ที่ได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ โดยผู้เรียนแต่ละคนจะมีความถนัดในแบบ เรียนแตกต่างกันไป ได้แก่ แบบที่ 1 ผู้เรียนที่ถนัดใช้จินตนาการ แบบที่ 2 ผู้เรียนที่ถนัดใช้การวิเคราะห์ แบบที่ 3 ผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก แบบที่ 4 ผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ยังได้คำนึงถึงความถนัดในการใช้สมองทั้งสองซีกของผู้เรียน จึงได้ผนวกเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาเข้าในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน 8 ขั้นตอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายเฉพาะตน มีการไตร่ตรองประสบการณ์เพื่อ

นำไปสู่ความคิดรวบยอด ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง มีการสร้างและวิเคราะห์ผลงาน การเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

### ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT

การจัดการเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประโยชน์ทั้งผู้เรียนและผู้สอน ดังที่ นักการศึกษากล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไว้ดังต่อไปนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550 : 165 - 166) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้วัฏจักรเรียนรู้ แบบ 4MAT มี 6 ข้อ ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาสมองของผู้เรียนทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล
2. ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนอย่างเท่าเทียมกันตาม ความถนัดของตนเอง
3. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล
4. ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้ จากการค้นพบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง
5. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ไปใช้ได้จริง
6. ส่งเสริมทักษะทางสังคมอันดีงามไปในตัวผู้เรียน

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558 : 80) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้วัฏจักรเรียนรู้ แบบ 4MAT มี 4 ข้อ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้พัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล
2. ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่ม ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รู้จักรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น
3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้แสดงออก ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์
4. ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้จากการสร้างชิ้นงานต่างๆ ด้วยตนเอง มีความภาคภูมิใจ ในความสำเร็จของตนเอง

จากประโยชน์การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT มีประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างแท้จริง ช่วยให้ผู้เรียนนั้นยอมรับ ซึ่งกันและกัน มีความเป็นประชาธิปไตย มีความคิดสร้างสรรค์ และมีความภาคภูมิใจในตนเอง เกิดประสิทธิภาพที่ดีแก่ผู้เรียน

### ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550 : 165 - 166) ไพจิตร เชื้ออำ (2546 : 18) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 4 MAT มี 5 ข้อ ดังนี้

1. ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากพอสมควรควรวางแผนการสอนให้เหมาะสม
2. ถ้าผู้เรียนขาดความรับผิดชอบในการเรียนรู้จะไม่สามารถประสบความสำเร็จในการเรียน
3. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่หลากหลายเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวิธีการค้นคว้าหาความรู้ความสนใจ
4. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ใดที่ดีที่สุด เพราะแต่ละรูปแบบการเรียนรู้มีความแตกต่างกัน
5. ถ้าผู้สอนไม่ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับความถนัดของผู้เรียนที่ตนรับผิดชอบอย่างพอเพียงอาจทำให้ผู้เรียนบางคนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

สุคนธ์ สิ้นรพานนท์ (2558 : 80) กล่าวถึง ข้อจำกัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT มี 3 ข้อ ดังนี้

1. ผู้สอนต้องวางแผนการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการพัฒนาสมองและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
2. ผู้สอนจะต้องติดตามการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ และคอยชี้แนะผู้เรียนบางคนหรือบางกลุ่มที่ไม่สามารถพัฒนาตนได้เท่าเทียมกับเพื่อน
3. ใช้เวลาหรือจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมจำนวนมากหลายชั่วโมงในการจัดกิจกรรมจำนวนมากหลายชั่วโมง ผู้สอนจึงควรระบุเวลาแต่ละชั่วโมงให้ชัดเจน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า จากข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ครูต้องศึกษาและวางแผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ได้ดีเพราะอาจทำให้ผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น มีเจตคติทางบวกต่อวิชาที่เรียน สามารถพัฒนาการคิดของนักเรียนที่ใช้เทคนิคการพัฒนาสมองทั้งสองซีกให้สมดุลกันส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาการคิด วิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนโดยคำนึงถึงเทคนิค



การพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้เกิดการทำงานอย่างสมดุลส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาเต็มตามศักยภาพและคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาวิธีการที่หลากหลาย การจัดกระบวนการเรียนรู้ ที่หลากหลายให้กับนักเรียน คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนใช้ เทคนิคเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาให้มีความสมดุล ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข

### แผนการจัดการเรียนรู้

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอน เป็นภารกิจสำคัญของครูผู้สอนทำให้ครูผู้สอนทราบล่วงหน้าว่าจะสอนอะไร เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออะไรและวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด เป็นการเตรียมตัวไว้พร้อมก่อนสอนจริง ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในการสอน สอนได้ครอบคลุมเนื้อหาและสอนอย่างมีแนวทางมีเป้าหมาย ดังนั้น ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบ รูปแบบ ขั้นตอนการจัดทำ ตลอดจนลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี เพื่อส่งผลให้การเรียนการสอนดำเนินไปสู่จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือสำคัญสำหรับครูผู้สอนที่จะทำให้การสอนบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ คือแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอน มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550 : 205) ได้ให้ความหมายว่าของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลและประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ชวลิต ชุกาแพง (2551 : 93) ได้ให้ความหมายว่าของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึงการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษรของครูผู้สอน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา เวลา เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามศักยภาพ

เจียน วันทนียตระกูล (2551 : 45) ได้ให้ความหมายว่าของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการสอนนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอน ตลอดจนภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอน และการวัดผลประเมินผลโดยจัดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนย่อยๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์และตรงกับชีวิตจริง

จากความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการวางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และมีการวัดผลประเมินผล เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ

### ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ ถือเป็นหัวใจสำคัญประการหนึ่งของความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ตามเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 อีกทั้ง ยังเป็นหัวใจสำคัญในการวางแผนของครูในการที่จะให้นักเรียนเรียนรู้ตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอน มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

พิมพันธ์ เศษะคุปต์ (2548 : 164) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ มี 4 ข้อ ดังนี้

1. กำหนดแนวทางการสอนให้ผู้สอน จะสอนอะไร จะสอนทำไม จะสอนอย่างไร จะประเมินผลอย่างไร
2. ทำให้ผู้สอนมั่นใจในการสอน เพราะได้เตรียมการไว้พร้อมแล้ว
3. ทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ เพราะผู้สอนมีความพร้อม มีความมั่นใจ และทราบเนื้อหาที่จะสอนแล้ว
4. ทำให้ประหยัดเวลาในการสอน

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549 : 58) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ มี 7 ข้อ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดี ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้ และจิตวิทยาการศึกษา
2. ช่วยให้ผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ทำไว้ล่วงหน้าด้วยตนเอง ทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย
3. ช่วยให้ผู้สอนทราบว่า การสอนของตนได้เดินทางไปในทิศทางใด หรือทราบว่าสอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดผลประเมินผลอย่างไร
4. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนใฝ่ศึกษาหาความรู้ ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีจัดการจัดการเรียนรู้ จัดหาใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลประเมินผล
5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่จะมาสอนแทน

6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษ

7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน สำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่ง และวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2549 : 289) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ มี 6 ข้อ ดังนี้

1. ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ เมื่อเกิดความมั่นใจในการสอนก็จะทำให้สอนด้วยความคล่องแคล่วเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างราบรื่น ไม่ติดขัด เพราะได้เตรียมการทุกอย่างไว้พร้อมแล้ว การสอนก็จะดำเนินการไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางอย่างสมบูรณ์

2. ทำให้เป็นการสอนที่มีคุณค่ากับเวลาผ่านไป เพราะผู้สอนได้เตรียมการอย่างมีแผนเป้าหมาย และมีทิศทางในการสอน มิใช่สอนอย่างเลื่อนลอย ผู้เรียนก็จะได้รับความรู้ ความคิด เกิดเจตคติ เกิดทักษะ และเกิดประสบการณ์ใหม่ตามที่ผู้สอนวางแผนไว้ ทำให้ได้การเรียนการสอนที่มีคุณค่า

3. ทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร ทั้งนี้เพราะในการวางแผนการสอนผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรทั้งด้านจุดประสงค์การสอน เนื้อหาสาระที่สอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน และการวัดผลประเมินผล แล้วจัดทำออกมาเป็นแผนการสอน เมื่อผู้สอนสอนตามแผนการสอนก็ย่อมทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามจุดหมายและทิศทางของหลักสูตร

4. ทำให้การสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ คือว่าการสอนที่ไม่มีการวางแผน เนื่องจากในการวางแผนการสอน ผู้สอนต้องวางแผนอย่างรอบคอบในทุกองค์ประกอบของการสอนรวมทั้งการจัดเวลา สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ซึ่งจะเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้โดยสะดวกและง่ายยิ่งขึ้น ดังนั้น เมื่อมีการวางแผนการสอนที่รอบคอบและปฏิบัติตามแผนการสอนที่วางไว้ ผลการสอนย่อมสำเร็จได้ดีกว่าการไม่ได้วางแผนการสอน

5. ทำให้ผู้สอนมีเอกสารเตือนความจำ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการสอนต่อไปทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อนและเป็นแนวทางในการทบทวน หรือการออกข้อทดสอบเพื่อวัดผลประเมินผลผู้เรียนได้ นอกจากนี้ ทำให้ผู้สอนมีเอกสารไว้ให้เป็นแนวทางแก่ผู้ที่เข้าสอนแทนในกรณีที่จำเป็น เมื่อผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนเองได้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ และประสบการณ์ที่ต่อเนื่องกัน

6. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน ทั้งนี้ เพราะผู้สอนสอนด้วยความพร้อม เป็นความพร้อมทั้งด้านจิตใจและความพร้อมทางด้านวัตถุ ความพร้อมด้านจิตใจคือ ความมั่นใจในการสอน เพราะผู้สอนได้เตรียมการสอนไว้อย่างพร้อมเพียง เมื่อผู้สอนเกิด

ความพร้อมในการสอน ย่อมสอนด้วยความกระจ่างแจ้ง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน ในบทเรียนอันส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน

จากความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายการสอนแต่ละครั้ง เนื่องจากการเตรียมการสอนที่จัดไว้อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน สอดคล้องกับหลักสูตรที่กำหนด จึงทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีข้อบกพร่องหรือเกิดปัญหาน้อย นักเรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ของการเรียนโดยง่ายและเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาเรียน

### องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะได้นำมาเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ดำรง หิรัญยะพรรณ (2553 : 6) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

#### 1. องค์ประกอบโดยรวม

แผนการจัดการเรียนรู้ทั่วไป ต้องกำหนดหน่วยการเรียนรู้ จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย เวลาที่ใช้ในแต่ละแผน ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ว่าประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับเทคนิคที่นำมาใช้สอน ซึ่งต้องสอดคล้องในกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละแผนและบทบาทของผู้สอนและของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม ว่าต้องทำอะไรบ้าง โดยระบุให้ชัดเจนในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

#### 2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

2.1 ส่วนหัวของแผน ประกอบด้วย ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชื่อเรื่องของแผนการจัดการเรียนรู้ ระดับชั้นที่สอน และจำนวนคาบที่ใช้ในการสอน

2.2 สาระสำคัญ เป็นการบรรยายกรอบความคิดหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยครูผู้สอนได้ระบุความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่เรียน ทักษะหรือกระบวนการทางภาษาที่ฝึก และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติภาระงานตามตัวชี้วัด

2.3 ตัวชี้วัด ตามหลักสูตร โดยผู้สอนต้องกำหนดตัวชี้วัดที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนไว้

2.4 สาระการเรียนรู้ เป็นสาระการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในตัวชี้วัดและเป็นสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่างๆ

2.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่อิงมาตรฐานต้องกำหนดให้มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มาจากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดตามตารางการวิเคราะห์หลักสูตร

2.6 ภาระงาน เมื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนต้องกำหนดภาระงานเพื่อใช้เป็นหลักฐานหรือร่องรอยการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด ดังนั้น ภาระงานจึงเป็นภาระงานหรือชิ้นงานที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7 การวัดผลและประเมินผล ต้องมีการออกแบบให้สอดคล้องและเหมาะสมกับภาระงานที่กำหนด

2.8 สื่อและอุปกรณ์ การจัดการเรียนรู้แบบมุ่งเน้นภาระงาน สื่อและอุปกรณ์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ภาษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.9 กิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องเป็นไปตามขั้นตอนของเทคนิควิธีการสอนที่เลือก และควรเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนด

2.10 เกณฑ์การประเมินความก้าวหน้าในการเรียน เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนควรสร้างขึ้นเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนั้น จึงควรสร้างให้มีความเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดและสอดคล้องกับเรื่องที่สอน

2.11 ข้อเสนอแนะ เป็นหัวข้อที่กำหนดไว้สำหรับการเสนอทางเลือกหรือแนวทางอื่นๆ ในการปฏิบัติการงาน

2.12 บันทึกหลังสอน เป็นหัวข้อที่ใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากผู้สอนต้องบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนว่าเป็นอย่างใด ผู้สอนได้ให้ตัวป้อนเข้า (Input) เป็นอย่างไร ผู้เรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่มีอุปสรรคหรือปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการเรียนของผู้เรียน เป็นต้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553 : 216 - 217) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ คือ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ บันทึกผลการเรียนรู้

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 (2553 : 26 -30) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนนำหรือแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นแผนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ใช้กับผู้เรียนในระดับชั้นใด เรื่องอะไร ใช้เวลาสอนเท่าไร

ส่วนที่ 2 ตัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มี 10 ข้อ ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้รายวิชา
2. สาระสำคัญหรือความคิดรวบยอด
3. ตัวชี้วัด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. ทักษะกระบวนการที่ต้องการเน้นกับผู้เรียน
6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ต้องการพัฒนา
7. สาระการเรียนรู้
8. กระบวนการจัดการเรียนรู้
9. สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้
10. การวัดผลประเมินผล

ส่วนที่ 3 ส่วนท้ายการจัดการเรียนรู้ มี 3 ข้อ ดังนี้

1. กิจกรรมเสนอแนะ
2. ความคิดเห็นของผู้บริหาร โรงเรียน
3. บันทึกหลังสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบหลักของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่หนึ่ง จุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective) คือ สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เช่น มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เป็นต้น ส่วนที่สอง การเรียนการสอน (Learning) คือ กระบวนการที่จะทำให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่น กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน ภาระงาน เป็นต้น และส่วนที่สาม การวัดการประเมินผล (Evaluation) คือ การตรวจสอบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมหรือลักษณะพึงประสงค์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

#### ลักษณะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี เป็นการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ล่วงหน้าอย่างละเอียด มีจุดประสงค์ ตัวชี้วัด เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อ อุปกรณ์ การวัดผลประเมินผล ที่ชัดเจนอย่างเป็นระบบ มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549 : 59) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี สรุปได้ 9 ข้อ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ชัดเจน (ในการสอนเรื่องนั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์อะไรด้านใด)
2. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจนและนำไปสู่ผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ได้จริง (ระบอบบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนว่า จะต้องทำอะไรจึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล)
3. กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ไว้ชัดเจน (จะใช้สื่อ อุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ อะไรมาช่วยบ้าง และจะใช้อย่างไร)
4. กำหนดวิธีวัดและประเมินผล ไว้อย่างชัดเจน (จะใช้วิธีการและเครื่องมือวัด ประเมินผลประเภทใดเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น)
5. ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ (กรณีที่มีปัญหาและนำไปใช้หรือไม่สามารถกำหนด การจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้นได้ ก็สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้ โดยไม่กระทบต่อการเรียน การสอนและผลการเรียนรู้)
6. มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่างๆ และสอดคล้องกับสภาพ ที่เป็นจริงที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่
7. แปลความหมายได้ตรงกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นจะต้องสื่อความหมาย ได้ตรงกันเขียนให้อ่านเข้าใจง่าย กรณีมีการสอนแทนหรือเผยแพร่ ผู้นำไปใช้สามารถเข้าใจและใช้ ตรงตามจุดประสงค์ของผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้
8. มีการบูรณาการ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะสะท้อนให้เห็นการบูรณาการแบบ องค์รวมของเนื้อหาสาระความรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้เข้าด้วยกัน
9. มีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้และ ประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ และนำไปใช้กับชีวิตจริงในเรื่อง ต่อไป

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2550 : 126) ได้กล่าวถึง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะช่วยให้ การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จได้ดี ดังนั้น ผู้จัดการเรียนรู้จึงควรทราบถึงลักษณะของแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งมี 4 ข้อ ดังนี้

1. สอดคล้องกับหลักสูตร และแนวทางการจัดการเรียนรู้ของสำนักงานศึกษา และ มาตรฐานการศึกษา
2. นำไปใช้ได้จริงและมีประสิทธิภาพ

3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด

4. มีความกระชับชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้

สมนึก ภัทธิษณิ (2551 : 5) ได้กล่าวถึง ลักษณะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี สรุป

6 ข้อ ดังนี้

1. เนื้อหาต้องเป็นรายคาบ หรือรายชั่วโมง โดยเขียนให้สอดคล้องกับชื่อเรื่องและเขียนเฉพาะเนื้อหาที่สำคัญพอสังเขป

2. ความคิดรวบยอด (Concept) หรือหลักการสำคัญต้องเขียนให้ตรงเนื้อหาที่จะสอน ส่วนนี้ถือว่าเป็นหัวใจของเรื่อง ครูต้องทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่จะสอนอย่างถ่องแท้ จึงจะเขียนความคิดรวบยอดได้อย่างมีคุณภาพ

3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องเขียนให้สอดคล้องกลมกลืนกับความคิดรวบยอด มิใช่เขียนตามอำเภอใจ หรือเขียนสอดคล้องเฉพาะเนื้อหาที่จะสอนเท่านั้น เพราะจะได้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เป็นเพียงพื้นฐานหรือพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำเป็นเท่านั้น

4. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นนี้ควรลำดับขั้นตอนที่คาดว่าจะสอบจริงๆ โดยยึดเทคนิควิธีการเรียนรู้ต่างๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

5. สื่อที่ใช้ควรเลือกใช้หรือจัดทำให้สอดคล้องกับเนื้อหาโดยยึดหลักที่ว่า สื่อดังกล่าวต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย

6. การวัดผลต้องคำนึงถึงเนื้อหา ความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและช่วงที่จะทำการวัดผล เพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายหรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างสรุปได้ว่า ลักษณะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี เป็นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบตามขั้นตอน ตามหลักสูตรที่กำหนด นำแผนการจัดการเรียนรู้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนทำให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่แสดงถึงคุณภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นใหม่ใช้และเป็นตัวบ่งชี้มีคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับผู้เรียน มีรายละเอียดดังนี้

#### ความหมายประสิทธิภาพ

ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2550 : 3) ได้ให้ความหมายว่าของประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมที่วัดจากผลสัมฤทธิ์การเรียนระหว่าง ( $E_1$ ) และ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ( $E_2$ )

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 154) ได้ให้ความหมายว่าของประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับ



เกณฑ์ประสิทธิภาพที่จะช่วยผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่พึงพอใจ หากมีประสิทธิภาพในระดับนั้นแล้ว กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลสัมฤทธิ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์

ราชบัณฑิตสถาน (2556 : 713) ได้ให้ความหมายว่าของประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถอันทำให้เกิดผลในงาน

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์

#### เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ

การหาประสิทธิภาพของสื่อเป็นการนำสื่อไปทดลองใช้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพดังนี้

เผชิญ กิจระการ (2544 : 50 -51) ได้กล่าวถึง เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อ การเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากอาจตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่ายอาจตั้งไว้ 90/90 เป็นต้น นอกจากนั้นยังตั้งเกณฑ์เป็นความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 ซึ่งหมายความว่า ถ้าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าที่ถือว่าใช้ได้ คือ 87.5/87.5

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546 : 171) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพกระบวนการต่อ ประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ มี 2 ข้อ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ ) ได้มาจากคะแนนแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนทำถูกต้อง ในระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม

2. ประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ ( $E_2$ ) ได้มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนทำ ได้คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 83) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม ดำเนินการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การหาคะแนนเฉลี่ยการทำแบบฝึกหัด การทดสอบย่อยระหว่างเรียน

2. หาคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียน

3. คำนวณหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมฝึกทักษะ โดยใช้สูตร ( $E_1/E_2$ )

3.1 หาประสิทธิภาพของกระบวนการ  $E_1$  เป็นการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องของผู้เรียน โดยดูจากคะแนนระหว่างเรียนแต่ละชุดกิจกรรม แล้วนำมาหาประสิทธิภาพ

$$E_1 = \frac{\sum x_1}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x_1$	แทน ผลรวมของคะแนนแบบฝึกหัดกิจกรรม ที่ผู้เรียนทำได้
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	N	แทน จำนวนผู้เรียน

3.2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  $E_2$  เป็นการประเมินพฤติกรรมหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ของนักเรียน โดยดูจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แล้วนำมาหาประสิทธิภาพ

$$E_2 = \frac{\sum x_2}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_2$	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum x_2$	แทน ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ที่ผู้เรียนทำได้
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน จำนวนผู้เรียน

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2552 : 113 - 117) ได้สรุปการหาค่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ ( $E_1 / E_2$ ) ไว้ 2 ประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) หมายถึง ค่าที่บ่งบอกว่าการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ โดยมีการเก็บข้อมูลของการเรียนรู้ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียน โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย หรือคะแนนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ หรือคะแนนจากกิจกรรมกลุ่ม ไม่ใช่คะแนนแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกหัดทักษะ คำนวณได้จากสูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบย่อย
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) หมายถึง ค่าที่บ่งบอกว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในการจัดการเรียนรู้มากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณได้จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังสิ้นสุดการทดลอง คำนวณได้จากสูตร

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_2$	แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมด
	$\sum X$	แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 หลักๆ คือ 80/80 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับเนื้อหาที่ง่ายก็อาจตั้งเป็น 90/90 เป็นต้น นอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์เป็นค่าความคาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 นั่นคือ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วค่าที่เชื่อถือได้คือ 87.5/87.5 หรือ 87.5/90 ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีทางการเรียนการสอน มาจากผลลัพธ์จากการคำนวณ  $E_1$  และ  $E_2$  เป็นตัวเลขตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขใกล้ 100 มากเท่าใดยิ่งถือว่าประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นเกณฑ์ใช้พิจารณารับรองประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพจะช่วยทำให้สื่อที่ผลิตหรือสร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือ สามารถแสดงเป็นตัวเลขไม่ชัดเจน โดยสื่อหรือนวัตกรรมที่ผลิตขึ้นมาแล้วต้องมีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้ ในครั้งนี้ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 80/80 เนื่องจากเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้น เป็นวิชาที่ค่อนข้างยาก

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถของผลการเรียนรู้จากเนื้อหาสาระทักษะต่างๆ ในแต่ละวิชาของผู้เรียน ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ โดยอาศัยเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่หลากหลาย เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

ทิสนา แคมมณี (2550 : 10) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน อาจพิจารณาจากคะแนนที่สอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 73) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว และสามารถวัดได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล แพรัตกุล (2552 : 15) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ของสมอง ผลสัมฤทธิ์การเรียนควรประกอบด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อยสามสิ่ง คือ ความรู้ ทักษะและสมรรถภาพสมองในด้านต่างๆ

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ ความสามารถ ทักษะของผู้เรียนในการเรียน โดยการวัดผลและประเมินผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 94) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถด้านวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 63) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสภาพด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ผู้สอน จะนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่นเดียว กับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของนักเรียน ต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนใน โรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ)หรือกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วจังหวัด (แบบทดสอบ มาตรฐานระดับจังหวัด)

เยาวดี ราชย์กุล วิบูลย์ศรี (2552 : 16) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัดผลของการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชา และทักษะต่างๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับ ชั้นเรียนต่างๆ ของแต่ละ โรงเรียน ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งที่เป็น ข้อเขียนและที่เป็นภาคปฏิบัติจริง

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 56) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจาก การเรียนรู้เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัด ผลสัมฤทธิ์ ในวิชาต่างๆ ที่เรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันทางการศึกษาต่างๆอาจจำแนก ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ ที่กำหนดไว้หรือไม่

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุม หลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอนตามความเก่งอ่อน ได้ดี ในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่ สามารถให้ความหมาย แสดงถึง สถานภาพ ความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคล อื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดผลสำหรับวัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

#### ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทต่างๆ เพื่อนำทางมาใช้เป็นแนว ทางการตัดสินใจสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2549 : 73 - 97) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างขึ้น มีหลายแบบ แต่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเป็นของแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบถูก – ผิด (True - False Test) ลักษณะทั่วไป คือ ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก- ผิด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือก เป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกัน ถูก – ผิด ใช่ – ไม่ใช่ จริง – ไม่จริง เหมือนกัน – ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้น เพื่อให้มีใจความถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer) ลักษณะทั่วไปของข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำถามที่ต้องการ จะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple – choice Test ) ลักษณะทั่วไป ข้อสอบแบบเลือกตอบจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมเลือกกันที่ใกล้เคียงกัน คูณๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552 : 20 -23) ได้กล่าวถึง ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนก 3 มิติ คือ

มิติที่ 1 จำแนกตามขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่วัด เช่น แบบวัดผลสัมฤทธิ์บางประเภทจะวัดเนื้อหาวิชาทางคณิตศาสตร์ หรือประวัติศาสตร์ หรือการสะกดคำ ฯลฯ

มิติที่ 2 จำแนกตามลักษณะหน้าที่ทั่วไป ของแบบทดสอบ โดยสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ แบบทดสอบเพื่อการสำรวจผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบเพื่อวัดความพร้อม

มิตีที่ 3 จำแนกตามคำตอบที่ใช้ โดยจะเป็นแบบทดสอบประเภทข้อเขียนและที่ใช้กันค่อนข้างมาก ได้แก่ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ต้องการนักเรียนหรือเข้าสอบได้สาธิตทักษะของตนเอง

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 56) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกไว้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินใจว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั้นแบ่งหลายประเภทสามารถนำไปเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบผลพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

#### ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549 : 215 - 216) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ มีหลักปฏิบัติ 2 ข้อ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตร และทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดเนื้อหาพฤติกรรมหรือสมรรถภาพที่ต้องการจะวัดและจำนวนข้อสอบที่จะสร้างในแต่ละข้อเนื้อหาและแต่ละพฤติกรรม ที่จะวัด

2. กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ โดยมีหลักในการพิจารณาเลือกรูปแบบของแบบทดสอบ ไว้ 6 ข้อ ดังนี้

2.1 จุดประสงค์ของการสอน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกชนิดของข้อสอบ เช่น ถ้าต้องการใช้ผลการสอบเพื่อตัดสินผลการเรียน ควรใช้

แบบทดสอบปรนัย แต่ถ้าต้องการวัดการแสดงความคิดเห็น การวิเคราะห์หรือการประเมินค่า ควรใช้แบบทดสอบอัตนัย

2.2 เวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบและการตรวจให้คะแนน แบบทดสอบแต่ละชนิดใช้เวลาสร้างและการตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน แบบทดสอบแบบปรนัยใช้เวลาในการสร้างมาก แต่ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อย ส่วนแบบทดสอบอัตนัยใช้เวลาในการสร้างน้อยแต่ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนมาก

2.3 จำนวนนักเรียนที่จะทดสอบ ถ้ามีนักเรียนน้อยควรใช้การทดสอบปากเปล่าหรือแบบทดสอบอัตนัย ถ้ามีนักเรียนจำนวนมากควรใช้แบบทดสอบปรนัย

2.4 เครื่องอำนวยความสะดวกในการจัดทำแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบปรนัยต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์มากกว่าแบบทดสอบอัตนัย

2.5 แบบทดสอบปรนัยค่อนข้างจะให้ทักษะในการสร้างมากกว่าแบบทดสอบอัตนัยแต่ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยต้องใช้ทักษะในการอ่านมากกว่าแบบทดสอบปรนัย

2.6 ขอบเขตของเนื้อหาสาระ แบบทดสอบปรนัยสามารถสามารถวัดได้ในขอบเขตของเนื้อหาสาระที่กว้าง ส่วนแบบทดสอบอัตนัยวัดได้ในขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ค่อนข้างจำกัด

### 3. เขียนข้อสอบ โดยใช้วิธีการ 7 ข้อ ดังนี้

3.1 เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3.2 เขียนคำถามให้ชัดเจน สั้น กระชับ และควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนควรต้องรู้

3.3 ใช้ภาษาเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน

3.4 ควรเขียนข้อคำถามคำถามให้มีจำนวนมากกว่าจำนวนที่จะใช้จริง ประมาณร้อยละ 15 สำหรับไว้คัดเลือกหลักการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแล้ว

3.5 ควรเขียนข้อคำถามทันที เมื่อเสร็จสิ้นการสอบแต่ละเรื่องหรือแต่ละบท

3.6 ควรหลีกเลี่ยงการเขียนข้อสอบที่ชี้แนะคำตอบที่ให้ได้ข้อสอบที่วัด

ความสามารถที่แท้จริงของผู้สอน

3.7 เมื่อเขียนคำถามเสร็จแล้วควรมีการตรวจสอบ โดยตรวจสอบกับหลักเกณฑ์การเขียนข้อสอบแต่ละแบบที่ใช้ รวมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด



4. พิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยนำข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบมีคำชี้แจง คำอธิบายวิธีทำข้อสอบ หรือรายละเอียดอื่นตามความจำเป็น

5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจใช้วิธีการ หาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6. ทดลองและหาคุณภาพรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับ โดยนำไปทดลองสอบกับกลุ่มที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการทดสอบจริง แล้วปรับปรุงข้อสอบที่มีคุณภาพไม่ถึงเกณฑ์เพื่อนำไปทดลองอีกครั้งและหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเพื่อนำไปใช้จริงต่อไป

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552 : 178 - 179) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี จะต้องมีการเตรียมตัวและมีการวางแผน เพื่อให้แบบทดสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้อย่างชัดเจน จากการสอบแต่ละครั้งซึ่งจะต้องอาศัยกรรมวิธีอย่างมีระบบในการสร้างแบบทดสอบแต่ละชุดโดยปกติกรรมวิธีในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้นสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมด

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่างๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กระชับ และมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อกำหนดทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 65 - 73) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์วัตถุประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ ขั้นแรกจะต้องการวิเคราะห์ว่าเนื้อหาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบวัดนั้นมีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร ทำการเขียนหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวโยง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบที่เรียกว่า ตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหา กับด้านสมรรถภาพที่ต้องการวัด และพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อย จึงเขียนลำดับความสำคัญลงไป แล้วกำหนดจำนวนข้อที่จะวัดในช่อง ขึ้นอยู่กับเรื่องนั้นว่าจะต้องการให้ เกิดสมรรถภาพด้านใดมากกว่ากัน

2. กำหนดรูปแบบข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ หลักการเขียนคำถาม ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ สมรรถภาพต่างๆ ศึกษาเทคนิคในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ ใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในขั้นตอนที่ 1 เป็นกรอบซึ่งทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อ เนื้อหาและทุกสมรรถภาพ ส่วนรูปแบบเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ได้ศึกษาไว้ในขั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อในเนื้อหาและสมรรถภาพตามตารางที่กำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความเข้าใจง่าย เหมาะสมดีแล้วหรือไม่ตัวถูกและตัวลวงเหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่

5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยจัดพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบ ไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจน การจัดพิมพ์วางรูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้ การวิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาหรือเนื้อหาที่จะสอบแล้ว นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ คัดเลือกเอาข้อที่มีข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการ ก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ หลังจากนั้นนำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบที่เข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาความเชื่อมั่น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เริ่มต้นจากการวิเคราะห์หลักสูตร ตัวบ่งชี้หรือจุดประสงค์ เนื้อหาสาระ พฤติกรรมที่ต้องการวัด กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ สร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดนำข้อสอบที่ได้ไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

### **ดัชนีประสิทธิผล**

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) เป็นการหาค่าประสิทธิภาพสื่อและนวัตกรรมอีกรูปแบบหนึ่ง ทำให้สามารถพัฒนาการของการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนได้

#### **ความหมายของค่าดัชนีประสิทธิผล**

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

เพชฌัญญู กิจระการ (2546 : 30) ได้ให้ความหมายของค่าดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549 : 4 -5) ได้ให้ความหมายของค่าดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินสื่อประกอบการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเรียนสำเร็จรูป แบบฝึกทักษะ หรือแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกลวิธีต่างๆ ก็ได้ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเรียนรู้จากสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นมาด้วยกลวิธีที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 102) ได้ให้ความหมายของค่าดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงอัตราการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากทีนักเรียนได้เรียนจากสื่อหรือนวัตกรรมหรือแผนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 157 - 159) ได้ให้ความหมายของค่าดัชนีประสิทธิผล หมายถึง วิธีการตรวจสอบคุณภาพสื่อ เพื่อให้ทราบว่าสื่อการเรียนการสอนหรือวิธีการสอนหรือนวัตกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากน้อยเพียงใด โดยการนำสื่อที่พัฒนาขึ้นนั้น ไปทดลองกับผู้เรียนที่อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสื่อที่สร้างขึ้น แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิผล เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการให้ผลอย่างชัดเจนและแม่นยำจากการใช้สื่อ

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าดัชนีที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนที่ได้จากเรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ โดยการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

#### การหาค่าดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผลเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนเปรียบเทียบกับก่อนเรียน โดยแสดงค่าเป็นร้อยละ นักการศึกษาได้เสนอวิธีการหาค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 157 - 159) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิผลของสื่อว่า หาก ต้องการทราบสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิผล (Effectiveness) เพียงใดให้นำสื่อที่พัฒนาขึ้นนั้นไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับที่เหมาะสมกับสื่อที่ออกแบบไว้ แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ หาประสิทธิผล ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการให้ผลอย่างชัดเจนแน่นอน การหาประสิทธิผลของสื่อนิยมวิเคราะห์และแปลผลได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 จากการพิจารณาผลของการพัฒนาเป็นการเปรียบเทียบระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่สร้างเพื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าใช้วัดก่อนเรียน เรียกว่า การทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) และถ้าใช้วัดกับนักเรียนกลุ่มเดิมหลังจากเรียนนั้นจบแล้ว เรียกว่า การทดสอบหลังเรียน (Post - test) การสอบทั้งสองครั้งมาเปรียบเทียบกันอาจจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ การพิจารณารายบุคคล และการพิจารณารายกลุ่ม

วิธีที่ 2 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลกรณีรายบุคคล ตามแนวคิดของฮอฟแลนด์ (Hofland) จะทำให้สารสนเทศชัดเจนขึ้น โดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผลคะแนนของกลุ่มใช้สูตร ดังนี้

$$E.I = \frac{\text{คะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน}}{\text{คะแนนสูงสุดที่นักเรียนสามารถทำได้} - \text{คะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2545 : 279) ได้เสนอวิธีการหาค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

$$E.I = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบ}}$$

เผชญ์ กิจระการ (2546 : 49) กล่าวถึงรูปแบบการหาค่าดัชนีประสิทธิผลมีลักษณะดังนี้

$$E.I = \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การหาค่าดัชนีประสิทธิผล คือ การประเมิน ความแตกต่างของค่าคะแนนใน 2 ลักษณะ คือ ความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน และคะแนนการทดสอบหลังเรียน โดยค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่า คะแนนผลสอบ ก่อนเรียน มากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่า ระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

## ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นคุณลักษณะทางด้านจิตใจของบุคคล ซึ่งอาจแสดงออกให้บุคคลอื่นเห็นหรือเข้าใจได้ โดยมีหลักการสำคัญในการวัดและประเมินผลคุณลักษณะด้านจิตพิสัยที่คำนึงถึงการแสดงออกและการกระทำหรือพฤติกรรมต่างๆ ของบุคคล

### ความหมายของความพึงพอใจ

เบนจามิน (Benjamin. 1973 : 384) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ทำที่ท้าวไปที่เป็นผลมาจากทำที่ที่มีต่อสิ่งต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวกับกิจกรรม ปัจจัยที่เกี่ยวกับบุคคลและลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม

กุนด์ลาซ และรีด (Gundlach & Reid. 1992 : 37 - 38) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ความพอใจของบุคคลจากได้พบปะกับพฤติกรรมการให้มีสิ่งต่างๆ เป็นระดับความพึงพอใจของบุคคลที่เกิดจากการได้รับสิ่งต่างๆ ว่าหลังจากได้รับสิ่งนั้นแล้วสามารถตอบสนองความต้องการหรือแก้ไขปัญหาหรือทั้งลดปัญหาและทำให้บุคคลเกิดความภูมิใจมากน้อยเพียงใด

ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2549 : 142) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบไม่ชอบซึ่งอาจมากหรือน้อยก็ได้ ของบุคคลแต่ละคน ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ เป็นความรู้สึกที่อาจดำรงอยู่ได้นานพอสมควร

จิตตินันท์ นันทไพบูลย์ (2551 : 64) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกทางบวกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 36 - 42) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าต่างๆ เป็นผลมาจากการที่บุคคลประเมินสิ่งเร้านั้นแล้วพอใจ ต้องการหรือคืออย่างไร

ราชบัณฑิตสถาน (2554 : 840) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ สรูปความของความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้ ความคิดในที่ชอบหรือไม่ชอบต่อการเรียน เป็นคะแนนที่วัดได้จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

### แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ การที่ผู้เรียนปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้ปฏิบัติงาน มีนักการศึกษาในสาขาต่างๆ ทำการศึกษาค้นคว้าและตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจในการทำงาน ดังนี้

เฮิรซเบิร์ก และคณะ (Herzberg et al. 1959) ได้ทำการค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ เรียกว่า The Motivation Hygiene Theory ทฤษฎีนี้ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงาน ซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น การได้การยอมรับนับถือ ความสำเร็จของงาน ความก้าวหน้าในตำแหน่งหน้าที่การงาน

2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่ทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น เงินเดือน โอกาสความก้าวหน้าในอนาคต เป็นต้น

มาสโลว์ (Maslow. 1970 : 69) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีความพึงพอใจเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ โดยมาสโลว์มองว่า ความต้องการของมนุษย์มีลักษณะเป็นลำดับจากระดับต่ำสุดไปยังระดับสูงสุด เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วมนุษย์ก็จะมีความต้องการอื่นในระดับสูงขึ้นไป โดยมนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติเป็นลำดับ 5 ข้อ ดังนี้

1. ความต้องการทางร่างกาย (Physiological Need) เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์เพื่อความอยู่รอด เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค อากาศ น้ำดื่ม การพักผ่อน

2. ความต้องการความปลอดภัย (Security or Safety Need) เมื่อมนุษย์สามารถตอบสนองความต้องการทางร่างกายได้แล้ว มนุษย์จะเพิ่มความต้องการในระดับที่สูงขึ้นไป เช่น ความต้องการความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ความต้องการความมั่นคงในชีวิต และหน้าที่การงาน

3. ความต้องการผูกพันหรือการยอมรับความต้องการทางสังคม (Affiliation or Acceptance Need) เป็นความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของสังคม ซึ่งเป็นธรรมชาติอย่างหนึ่งของมนุษย์ เช่น ความต้องการให้และได้รับซึ่งความรัก ความชื่นชมจากผู้อื่น

4. ความต้องการยกย่อง (Esteem Needs) หรือความภาคภูมิใจในตนเองเป็นความต้องการได้รับการยกย่องนับถือ และสถานะทางสังคม เช่น ความต้องการได้รับความเคารพนับถือ ความต้องการมีความรู้ความสามารถ เป็นต้น

5. ความต้องการสำเร็จในชีวิต (Self - Actualization Needs) เป็นความต้องการสูงสุด บลูม (Bloom. 1976 : 115 - 124) ได้กล่าวถึง การสอนที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย ลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. การให้แนวทาง (Cues) คือ คำอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้ว จะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Participation) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
3. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของ การกล่าวชื่นชมหรือการเสริมแรงภายในตัวนักเรียนเอง เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ฯลฯ
4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและแก้ไขข้อมูลบกพร่อง (Feedback and Corrections) จะต้องมีการแจ้งผลการเรียนและข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ

สมยศ นาวิการ (2544 : 115 - 116) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีความพึงพอใจมีแนวคิดพื้นฐานที่ต่างกัน 2 ลักษณะ ในการปฏิบัติงานที่ผู้บริหารหรือครูจะต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนหรือผู้ปฏิบัติงานเกิดความพึงพอใจ 2 ประการ ดังนี้

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการตอบสนอง ดังนั้น ครูผู้สอนที่ควรให้การให้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นบรรล่วัตถุประสงค์ ต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศ สถานการณ์ สื่อการสอน ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียนให้มีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมจนบรรล่วัตถุประสงค์
2. ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและ ผลการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่นๆ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Reward) และผลตอบแทนภายนอก (Extrinsic Reward) โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ นั่นคือ ความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงาน จะถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงและการรับรู้เรื่องความยุติธรรมของผลตอบแทนที่รับรู้แล้ว ความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นเป็นที่น่าพึงพอใจของผู้เรียนนั้นผู้สอนจะต้องคำนึงถึงบรรยากาศและสถานการณ์ รวมทั้งแหล่งเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์ กิจกรรมการเรียนรู้อันเอื้ออำนวยต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อันมีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองความพึงพอใจต่อผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

### การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจนั้นมีหลายวิธี ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีการวัดความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

ชวลิต ชูกำแหง (2551 : 112 - 114) ได้กล่าวถึง เครื่องมือวัดความพึงพอใจ มี 4 ข้อ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) สังเกตการณ์พูด การกระทำ การเขียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
2. การสัมภาษณ์ (Interview) .ใช้วิธีพูด ในประเด็นที่อยากรู้ อาจเป็นความรู้สึกทัศนคติ
3. การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า มีรูปแบบ 3 รูปแบบ คือ แบบของลิเคิร์ต (Likert)
4. แบบวัดเชิงสถานการณ์ (Action Tendencies) มักสร้างเป็นสถานการณ์

สุพานี สฤกษ์วานิช (2551 : 82) ได้กล่าวถึง เครื่องมือวัดความพึงพอใจ มี 5 ข้อ ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม นิยมใช้แบบที่กำหนดให้ในการวัดที่ชัดเจนจะเป็นแบบสอบถามที่ง่ายและสั้น
2. วิธีบรรยายเหตุการณ์ที่สำคัญที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับงาน ว่ามีอะไรบ้างที่พอใจและไม่พอใจ
3. การสัมภาษณ์ มี 3 แนวทาง คือ เตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า ไม่ได้เตรียมขึ้นอยู่กับสถานการณ์ และการสัมภาษณ์แบบผสมมีทั้งที่เตรียมไว้และให้แสดงความคิดเห็น
4. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก
5. วิธีพิจารณาแนวโน้มของพฤติกรรม โดยใช้คำถามแบบอ้อม เพื่อให้เห็นความโน้มเอียงที่คนเราจะทำบางอย่างเกี่ยวกับงานออกมาให้ทราบ

บุญชม ศรีสะอาด (2554 : 74 - 84) ได้กล่าวถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจ โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยชุดของข้อคำถามที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบโดยการเครื่องหมายหรือเขียนตอบ หรือกรณีก่อนตัวอย่างอ่านหนังสือไม่ได้หรืออ่านได้ยาก อาจใช้วิธีสัมภาษณ์ตามแบบสอบถาม นิยมถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงความคิดเห็นของบุคคล สรุปไว้ 5 ข้อ ดังนี้

1. โครงสร้างของแบบทดสอบ แบบสอบถามโดยทั่วไปจะมีโครงสร้างหรือส่วนประกอบ 3 ส่วน ดังนี้



1.1 คำชี้แจงในการตอบ ที่ปกของแบบสอบถามจะเป็นคำชี้แจง ซึ่งมีกระบวน ถึงจุดประสงค์ในการให้ตอบแบบสอบถามหรือจุดมุ่งหมายของการทำวิจัย อธิบายลักษณะ ของแบบสอบถาม วิธีการตอบแบบสอบถามพร้อมตัวอย่าง

1.2 สถานภาพส่วนตัวผู้ตอบ ส่วนที่ 2 ของแบบสอบถามจะให้ตอบเกี่ยวกับ รายละเอียดส่วนตัว เช่น ชื่อ - สกุล เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ ฯลฯ

1.3 ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความคิดเห็น เป็นส่วนสุดท้ายและเป็น ส่วนที่สำคัญสุด ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลรายละเอียดส่วนตัว เช่น ชื่อ - สกุล เพศ อายุ ระดับ การศึกษา อาชีพ ฯลฯ

2. รูปแบบของแบบสอบถาม ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจมีลักษณะเป็นแบบ ปลายเปิดหรือแบบปลายปิด แบบสอบถามฉบับหนึ่งอาจเป็นแบบปลายเปิดทั้งหมด เป็นปลายปิด ทั้งหมดหรือเป็นแบบผสมก็ได้

2.1 ข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open - Ended Form or Unstructured Questionnaire) เป็นคำถามที่ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ให้เลือกคำตอบไว้ให้เลือกตอบ แต่เปิดโอกาส ให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบ โดยใช้คำพูดของตนเอง

2.2 ข้อคำถามแบบปลายปิด (Closed Form or Structured Questionnaire) เป็น คำถามที่มีคำตอบให้ผู้ตอบเขียนเครื่องหมายลงหน้าข้อความ หรือตรงช่องที่ตรงกับความเป็นจริง หรือความคิดเห็นของตน มีหลายรูปแบบ ได้แก่

2.2.1 แบบให้เลือกคำตอบที่ตรงกับความจริงหรือความคิดเห็นของตน เพียงคำตอบเดียวจาก 2 คำตอบ

2.2.2 แบบเลือกให้คำตอบที่ตรงกับความจริง หรือความคิดเห็นของตน เพียงคำตอบเดียวจากหลายคำตอบ (มากกว่า 2 คำตอบ)

2.2.3 แบบให้เลือกคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริง หรือความคิดเห็นของตน ได้หลายคำตอบ

2.2.4 แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยให้ผู้ตอบเลือกตาม ระดับความคิดเห็นของตน

2.2.5 แบบผสมหมายถึงหลายแบบอยู่ด้วยกัน

2.2.6 แบบให้เรียงอันดับความสำคัญ

2.2.7 แบบเติมคำสั้นๆ ลงในช่องว่าง แม้ว่าจะเป็นการเติมคำแต่ไม่ก็ไม่จัดว่า เป็นแบบปลายเปิด เพราะส่วนที่จะให้เติมมีความเฉพาะเจาะจง

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม การสร้างแบบสอบถาม มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ ชั้นแรกของการสร้างแบบสอบถาม คือ ทำการวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการในการวิจัย โดยวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการในการวิจัย โดยวิเคราะห์จากจุดประสงค์ในการวิจัย กำหนดโครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบถาม

3.2 กำหนดรูปแบบของคำถาม ทำการศึกษาวิธีสร้างแบบสอบถามจากตำราต่างๆ ศึกษาแบบสอบถามของคนอื่น ๆ ที่วิจัยในเรื่องคล้ายกัน แล้วกำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม

3.3 เขียนแบบสอบถามฉบับร่าง ลงมือเขียนแบบสอบถามฉบับร่างตามโครงสร้าง เนื้อหาของแบบสอบถามในขั้นที่ 1 และตามหลักในการสร้างรูปแบบที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 2

3.4 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านที่จะศึกษา และด้านวัดผลพิจารณาความถูกต้อง ความเที่ยงตรงของข้อคำถามแต่ละข้อ นำเอาข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาแก้ไขให้เหมาะสม

3.5 ทดลองใช้ และปรับปรุง นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับผู้ที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างประมาณ 5 – 10 คน เพื่อพิจารณาความแจ่มชัด ของคำถามต่างๆ อาจพิจารณาเกี่ยวกับเวลาตอบด้วย หลังจากตอบเสร็จทำการสัมภาษณ์ผู้ตอบเสร็จทำการสัมภาษณ์ผู้ตอบเกี่ยวกับความเข้าใจในข้อความต่างๆ ปัญหาที่พบขณะตอบ รวมทั้งให้วิจารณ์แบบสอบถามนั้นด้วย แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแบบสอบถาม นำไปทดลองกลุ่มที่คล้ายกลุ่มตัวอย่างประมาณ 50 – 100 คน กรณีที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์แล้วจึงนำมาหาค่าความเชื่อมั่นต่อไป ดังนั้นถ้าแบบสอบถามมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าจะต้องสร้างคำถามที่จะนำไปทดลองใช้ให้เกินจากที่ต้องการจริงประมาณ 25 %

3.6 พิมพ์แบบสอบถามฉบับจริง ทำการพิมพ์แบบสอบถามฉบับที่จะใช้จริง หลังจากปรับปรุงในขั้นที่ 5 แล้ว ในการพิมพ์ฉบับจริงจะต้องคำนึงถึงความแจ่มชัดในการอธิบายจุดประสงค์และวิธีตอบและพิจารณาความถูกต้องในเนื้อหาสาระและการพิมพ์ จัดรูปแบบการพิมพ์ให้สวยงาม

4. หลักการสร้างแบบสอบถาม เพื่อให้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีคุณภาพสูงควรมียึดหลักในการสร้าง 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าต้องการถามอะไร

4.2 สร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และให้ครอบคลุม

4.3 เรียงข้อคำถามตามลำดับ ตามหัวข้อที่ได้วางโครงสร้างไว้

4.4 ไม่ควรให้ผู้ตอบ ตอบมากเกินไป เพราะจะทำให้เบื่อไม่ให้ความร่วมมือ หรือตอบโดยไม่ตั้งใจ

4.5 ให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความลำบากน้อยที่สุดในการตอบ ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรใช้ข้อคำถามแบบปลายปิด ผู้ตอบแบบสอบถามเพียงแต่กาตอบในแบบสอบถาม

4.6 สร้างข้อคำถามให้มีลักษณะดี กล่าวคือ มี 12 ลักษณะดังนี้

4.6.1 ใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่กำกวม ไม่มีความซ้ำซ้อน

4.6.2 ใช้ข้อความที่สั้น กระชับรัดกุม ไม่มีส่วนฟุ่มเฟือย

4.6.3 เป็นข้อคำถามที่เหมาะสมกับผู้ตอบ โดยคำนึงถึงสติปัญญา ระดับ

การศึกษาความสนใจของผู้ตอบ

4.6.4 แต่ละคำถามเพียงปัญหาเดียว

4.6.5 หลีกเลี่ยงคำถามที่จะตอบได้หลายทาง

4.6.6 หลีกเลี่ยงคำถามที่จะทำให้ผู้ตอบเบื่อหน่าย ไม่รู้เรื่องหรือไม่สามารถ

ตอบได้

4.6.7 หลีกเลี่ยงคำถามที่ผู้ตอบตีความแตกต่างกัน เช่น บ่อยๆ เสมอๆ รวย

ไม่ฉลาด

4.6.8 ไม่ใช่คำถามที่เป็นการนำผู้ตอบให้ตอบตามแนวหนึ่งแนวใด

4.6.9 ไม่เป็นคำถามที่จะทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจหรืออึดอัดใจที่

จะตอบ

4.6.10 ไม่ถามในสิ่งที่รู้แล้ว หรือวัดด้วยวิธีได้ดีกว่า

4.6.11 ไม่ถามในเรื่องที่เป็นความลับ

4.6.12 คำตอบที่ให้เลือกในข้อคำถามควรให้มีครอบคลุม กลุ่มตัวอย่าง

ทุกคนสามารถเลือกตอบได้ตรงกับความเป็นจริงตามความคิดเห็นของเขา บางครั้งอาจมีตอนให้เติม

5. มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) เป็นมาตรการวัดชนิดหนึ่ง ที่ใช้สร้าง เป็นเครื่องมือประเภทแบบสอบถาม แบบวัดด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ฯลฯ มีลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

5.1 มีระดับความเข้มข้นให้ผู้เลือกตอบตามความคิดเห็น เหตุผล สภาพความเป็นจริงตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป

5.2 ระดับที่ให้เลือกอาจเป็นชนิดที่มีทั้งด้านบวกและด้านลบในข้อเดียวกัน หรือมีเฉพาะด้านบวก หรือมีเฉพาะด้านลบ โดยที่อีกด้านหนึ่งจะเป็นศูนย์หรือระดับน้อยมาก

5.3 บางข้อจะมีลักษณะเชิงนิมาน (Positive Scale) บางข้อมีลักษณะเชิงนิเสธ (Negative Scale)

5.4 สามารถแปลงผลการตอบเป็นคะแนนได้ ซึ่งขึ้นกับว่าจะเป็นข้อที่มีลักษณะเชิงนิมานหรือลักษณะเชิงนิเสธ ข้อที่มีลักษณะเชิงนิมาน ถ้าตอบเห็นด้วยอย่างยิ่งจะได้ 5 คะแนน เห็นด้วยจะได้ 4 คะแนน ไม่เห็นด้วยได้ 2 คะแนน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งได้ 1 คะแนน หรือจะใช้ระบบ 4, 3, 2, 1, 0 ก็ได้ ข้อที่มีลักษณะเชิงนิเสธ จะให้คะแนนแบบตรงกันข้าม กล่าวคือ ถ้าตอบเห็นด้วยอย่างยิ่งได้ 1 คะแนน เห็นด้วยได้ 2 คะแนน ไม่แน่ใจได้ 3 คะแนน ไม่เห็นด้วยได้ 4 คะแนน ไม่เห็นด้วยได้ 4 คะแนน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งได้ 5 คะแนน

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจ ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อมจากการแสดงความคิดเห็นหรือจากการสังเกตพฤติกรรมภายนอก ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการวัด เครื่องมือในการวัดความพึงพอใจ มีหลายประการ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ การสังเกต เป็นต้น แบบวัดแต่ละประเภทยังมีหลักเกณฑ์ในการวัดและประเมินผล

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยในประเทศ

ชนาธิป ดวงตาแสง (2555 : 139) ได้ทำการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรม 4MAT กับกับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ รูปแบบ 4MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.28/83.20 ซึ่งกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ รูปแบบ 4MAT สูงกว่าการเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญ .05 การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้เท่ากับ 0.7225 และความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

เพียงพร วงศ์คำจันทร์ (2555 : 120) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 4MAT เรื่องตัวหารร่วมมาก (ห.ร.ม) และตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 82.55/82.07 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการเรียนที่ระดับมากที่สุด

อรรถัย โรจน์สุกิจ (2556 : 103) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงเส้น สร้างสรรค์กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โดยใช้เทคนิคซินแนคติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.64/86.87 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมในระดับมาก

นภัสสร ผลวิเศษสิทธิ์ (2556 : 71) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องทัศนธาตุและองค์ประกอบศิลป์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.63/87.37 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 0.7665 และมีระดับความพึงพอใจต่อการเรียนในระดับมาก

วัชร อารณพงษ์ (2556 : 95) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่โดยใช้รูปแบบการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.89/85.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีดัชนีประสิทธิผลของการเรียนของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.7853 และมีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมากที่สุด

ณัฐธิดา สมสมัย (2556 : 89) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลใช้ชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.26/85.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีดัชนีประสิทธิผลของการเรียนของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.7853 และมีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมากที่สุด

วรรณภา อุไพจิตร (2557 : 111) ได้ทำการวิจัย เรื่องการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.80/83.05 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีดัชนีประสิทธิผล การเรียนของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.7470 และมีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมากที่สุด

สันติ อภรณ์พงษ์ (2557 : 67) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.03/80.78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีดัชนีประสิทธิผลการเรียนของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.7470 และมีระดับความพึงพอใจ โดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมากที่สุด

พิชยา แทนพลกรัง (2557 : 115 - 116) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรม การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.18/82.58 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 มีดัชนีประสิทธิผลการเรียนของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.6676 และมีระดับความพึงพอใจ โดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมากที่สุด

สุรีย์พร นุแรมรัมย์ (2558 : 101) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช โดยใช้ กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.88/84.95 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีดัชนีประสิทธิผลการเรียน ของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.7610 และมีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมาก

#### งานวิจัยต่างประเทศ

แจ็กสัน (Jackson. 2000 : 3218 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการสอนแบบ 4MAT และการสอนแบบบรรยายอภิปรายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการ เรียนรู้ วิชาจุลินทรีย์วิทยา ของนักศึกษาวิทยาลัยชุมชน จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีครู 2 คน เป็น เวลา 1 ภาคเรียน ซึ่งนักศึกษาจะได้รับการทดสอบรูปแบบการเรียนรู้และชอบในการใช้สมองซีก ซ้ายและสมองซีกขวา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนแบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยการสอนแบบบรรยายอภิปราย

ฟาร์คาส (Farkas. 2002 : 1243 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของวิธีการสอนแบบปกติ และการสอนโดยใช้ชุดการสอน ที่มีผลต่อการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ การเอาใจใส่ในการเรียนและความสามารถในการแปลความหมายของนักเรียนชั้นปีที่ 7 ผลการวิจัยพบว่า ด้านผลสัมฤทธิ์ของชุดการสอนที่มีสื่อหลากหลายทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการแปลความหมายดีขึ้น

แจ็กสัน (Jackson. 2004 : 3173 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการเรียนรู้ในชั้นเรียนของนักศึกษาวิชาจุลชีววิทยา ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT กับนักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยวิธีการสอนแบบบรรยายอภิปรายแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบ 4MAT มีพัฒนาการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายอภิปรายแบบดั้งเดิม

คาร์เรียสโก (Caraisco. 2007 : 255 - 260) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเรียนรู้และเจตคติของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้เป็นขั้นตอน และประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง ในการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และการนำวัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT มาใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบการเรียนแก่ผู้เรียนและยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มศักยภาพให้กับผู้เรียนอย่างแท้จริง

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

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

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่กำลังศึกษาใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 415 คน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่กำลังศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

#### เครื่องมือที่ใช้ในการการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 ชุด ดังนี้

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคลและแรงคล
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การในหนึ่งมิติ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการระเบิด

2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโมเมนตัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการคลและแรงคล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการระเบิด

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือแต่ละชนิด

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี เอกสารหลักหลักสูตรและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เอกสารคู่มือหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน สาระการเรียนรู้แกนกลาง หน่วยการเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียน และเอกสารในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ จำนวน 6 จุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โม่เมนต์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนต์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคลและแรงคล

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชนในสองมิติ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การระเบิด

1.4 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก คือ ดร.ชนพล ตีรชาติ และที่ปรึกษาร่วม คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประคอง กาญจนการุณ ร่วมตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) ความถูกต้อง ด้านภาษา เนื้อหา พร้อมกับด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านการนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผล แล้วนำไปแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.5 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง เนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะในด้านจุดประสงค์ เนื้อหา สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล ซึ่งคณะผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประกอบด้วย

1.5.1 ดร.บรรพต วงษ์ทองเจริญ วุฒิการศึกษา ศษ.ค. สาขาบริหารการศึกษา ตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

1.5.2 อาจารย์อรนุช ศรีคำ วุฒิการศึกษา กศ.ม. สาขาการวัดผลการศึกษา ตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

1.5.3 นางสาวอรุณรัตน์ วิญญูรัมย์ วุฒิการศึกษา กศ.ม. สาขาฟิสิกส์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม ชนิดมาตราส่วนประมาณค่าลิเคอร์ต (Likert) 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.6 นำผลจากการประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

สำหรับเกณฑ์การผ่านประเมิน จะต้องมียุทธศาสตร์ 3.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 166) ผลปรากฏว่า ผ่านเกณฑ์ทุกประเด็นและโดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.90$ ) (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 229)

1.7 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์ ไปดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องด้านความเหมาะสมของการจัดหน้า เนื้อหา การใช้ภาษา รูปภาพ ประกอบ เทคนิคการนำเสนอ เวลาและการสื่อความหมาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.7.1 การหาคุณภาพเครื่องมือเป็นรายบุคคล (1 : 1) ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยทดลอง นักเรียน 3 คน คือ นักเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนปานกลาง 1 คน และนักเรียนอ่อน 1 คน ให้นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ เพื่อหาข้อบกพร่องและปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม รวมทั้งความเหมาะสมในด้านเนื้อหา เวลา แล้วบันทึกปัญหาและข้อบกพร่อง จากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า ข้อบกพร่องด้านภาษา จำนวนกิจกรรมมีมากเกินไป ชุดกิจกรรมมีสีสันไม่น่าสนใจ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่พบข้างต้นไปปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มเล็กต่อไป

1.7.2 การหาคุณภาพเครื่องมือเป็นกลุ่มเล็ก (1 : 10) ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองกับกลุ่มนักเรียน 3 คน คือ กลุ่มเก่ง 3 คน กลุ่มปานกลาง 3 คน และกลุ่มอ่อน 3 คน ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

อย่างใกล้ชิด และนำข้อมูล จากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมบางชุดกิจกรรม ยังไม่เหมาะสม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่พบข้างต้น ไปปรับแก้ไขแล้วจึงไปทดลองแบบภาคสนามต่อไป

1.7.3 การหาคุณภาพเครื่องมือภาคสนาม (1 : 100) ขั้นตอนนี้เป็นดำเนินการ เหมือนการสอนในสถานการณ์จริง แล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 และ 4/10 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อดู ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการใช้ภาษาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม จากการ สังเกตของผู้วิจัย ไม่พบข้อบกพร่อง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/80 เท่ากับ 81.49/82.75 (รายละเอียด ในภาคผนวก ช หน้า 236 - 237)

1.8 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำมาจัดพิมพ์ เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน เท่ากับ 85.53/86.19 (รายละเอียด ภาคผนวก ช หน้า 238 - 239)

2. แผนการจัดการเรียนรู้ การสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับ 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักการสอน วิธีการสอน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดโครงสร้าง รูปแบบ และกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ดำเนินการเขียนแผน โดยให้สอดคล้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งสาระมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล กิจกรรมเสนอแนะ บันผลหลังการจัดการเรียนรู้

2.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยยึดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล จำนวน 6 แผนดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคลและแรงดล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการระเบิด

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) ความถูกต้องด้านภาษา เนื้อหาพร้อมทั้งด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านการนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลความถูกต้องเหมาะสม

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ด้านภาษา เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนและการวัดผลและประเมินผล โดยใช้แบบประเมิน ที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

คะแนน 5 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก

คะแนน 3 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

คะแนน 1 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.6 นำคะแนนจากแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2533 : 166)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

สำหรับเกณฑ์การผ่านประเมิน จะต้องมียุทธศาสตร์ค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 166) ผลปรากฏว่า ผ่านเกณฑ์ทุกประเด็นและโดยภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.89$ ) (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 230 - 231)

2.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากแบบสอบถามปลายเปิด

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ไปใช้ควบคู่กับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 ชุด กับกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวกัน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 และ 4/10 จำนวน 40 คน

2.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 42 คน

### 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัม และการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลำดับ 9 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎีและวิธีสร้างแบบทดสอบ เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรแนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.2 วิเคราะห์สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เนื้อหา และวิธีวัดผล และประเมินผลกำหนดลักษณะข้อสอบที่จะสร้าง เรื่อง โมเมนตัมและการชน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวม 40 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างสำเร็จแล้ว นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบประเมินด้านหลักสูตร ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การวัดผลและประเมินผล ความถูกต้อง ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ตรวจสอบ การใช้ภาษาและหลักการสร้างข้อสอบที่ถูกต้องและดี โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ถ้า IOC มีค่า 0.50 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้ (สมนึก กัททิษณี. 2549 : 221)

3.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและสอดคล้องแล้วมาคำนวณหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) แล้วเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์. 2542 : 244)

ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยมีค่า IOC ระหว่าง 0.67 – 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 232 - 233 ) แล้วดำเนินการคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 30 ข้อ

3.7 นำแบบทดสอบที่ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 ไว้ (ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์. 2542 : 238 - 239)

ผลปรากฏว่า ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ โดยมีค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง 0.28 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.34 - 0.73 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 235)

3.8 นำข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์รายข้อไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ แล้วนำไปหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีของโลเวท (Lovett)

ผลปรากฏว่า แบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.92 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 235)

3.8 นำแบบทดสอบที่ได้เป็นจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8

#### 4. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 5 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร กำหนดกรอบเนื้อหา แนวคิดและขอบข่ายโครงสร้าง เนื้อหา รูปแบบ โดยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้แบบสอบถามที่ครอบคลุมเนื้อหาทุกด้าน

4.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถาม กำหนดรูปแบบของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ โดยผู้วิจัยได้กำหนดพฤติกรรมชี้วัดความพึงพอใจต่อการเรียน 4 ด้าน คือ ด้านสาระ การเรียนรู้ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดผลและประเมินผล รวมทั้งหมด 15 ข้อ สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม  
ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียน  
ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์และ การชน ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับ  
กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 40 คน โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ต่อไป

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

### 1. รูปแบบการทดลอง

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งเป็นการวิจัยในรูปแบบกลุ่มเดียว  
ทดสอบก่อนและหลังเรียน One Group Pretest Posttest Design สามารถเขียนเป็นแผนผัง ดังนี้  
(ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์. 2542 : 182 – 183) ดังแสดงไว้ในตาราง 3.1 ดังนี้

ตาราง 3.1 รูปแบบการวิจัย

ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
$T_1$	X	$T_2$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

$T_1$	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
X	แทน	การทดลองหรือการ จัดกระทำ (Treatment)
$T_2$	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

### 2. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเองโดยนำชุดกิจกรรม  
การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนต์และ การชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT กลุ่มสาระ  
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 42 คน  
ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

2.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง



คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 42 คน เพื่อทดสอบความรู้เดิม จำนวน 30 ข้อ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เวลาเรียน 6 สัปดาห์ จำนวน 12 ชั่วโมง ทั้งนี้ไม่รวมเวลา ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2.3 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามเนื้อหาจบการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม การเรียนรู้แล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ฉบับเดิมที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

2.4 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของ นักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมที่ได้จากการทดลองและ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ กระบวนการและผลลัพธ์

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการทดสอบค่าที (Dependent Samples t-test) กำหนด ค่าสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

3. ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย การวิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผล

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลผลค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 103)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	มีความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	มีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	มีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ร้อยละ (Percentage)

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (วารุ เฟิงสวัตต์. 2546 : 95)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

(บุญชม ศรีสะอาด. 2550 : 106)

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

เมื่อ	S.D	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	ค่าคะแนนแต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

## 2. สถิติที่ใช้ในการคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชา โดยใช้สูตร IOC หาค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดของโรวินลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinelli & Hambleton) มีสูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 221)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ กับจุดประสงค์

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 อำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร เบรนแนน (Brennan) มีสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 214) โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มเป็นเกณฑ์ในการกำหนดผู้รอบรู้และไม่รอบรู้

$$B = \frac{U - L}{N_1 - N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ที่ตอบถูก

$N_1$  แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์

$N_2$  แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.3 การหาค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 212)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2.4 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) เป็นวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีสูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 230)

$$r_{\infty} = 1 - \frac{K \sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1)(X_i - C)^2}$$

เมื่อ	$r_{\infty}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$X_i$	แทน	คะแนนของแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ (15 คะแนน)

2.5 ดัชนีประสิทธิผล มีสูตรดังนี้ (เผชญิ กิจระการ. 2545 : 30)

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{Total - P_1}$$

เมื่อ	E.I.	แทน	ค่าดัชนีประสิทธิผล
	$P_1$	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	$P_2$	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

2.6 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ใช้สูตรดังนี้ (เผชญิ กิจระการ. 2544 : 49)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนของการทำแบบทดสอบย่อย ทุกชุด
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยทุกชุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมคะแนนของการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
	$B$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียน

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ t-test Dependent โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2550 : 106)

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบทั้งสองครั้งที่น่ามาเปรียบเทียบกัน เป็นรายบุคคล
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบทั้งสองครั้งที่น่ามาเปรียบเทียบกัน เป็นรายบุคคลแต่ยกกำลังสอง
	$n$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือคู่คะแนน

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ปรากฏผลวิเคราะห์ข้อมูลที่จะนำมาเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมาย และเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

$n$	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
S.D	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$E_1$	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$E_2$	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$t$	แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
**	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 4 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการเรียน  
ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้  
แบบ 4MAT

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน  
โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิเคราะห์  
ข้อมูลได้ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม  
และการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ตามเกณฑ์ 80/80 ดังตาราง 4.1 ถึง 4.3

ตาราง 4.1 ประสิทธิภาพกระบวนการของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและ  
การชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่	n	คะแนนเต็ม	$\sum X$	$\bar{X}$	S.D	คะแนน ค่าเฉลี่ยร้อยละ
1	42	30	1092	26.00	1.58	86.67
2	42	30	1077	25.64	1.64	85.48
3	42	30	1079	25.09	1.51	85.63
4	42	30	1061	25.62	1.43	84.21
5	42	30	1082	25.76	1.45	85.87
6	42	30	1075	25.60	1.48	85.31
<b>รวม</b>		<b>180</b>	<b>6466</b>	<b>153.95</b>	<b>3.76</b>	<b>85.53</b>

จากตาราง 4.1 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยระหว่างการเรียนด้วยชุดกิจกรรม  
การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 153.95 จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบน  
มาตรฐานเท่ากับ 3.76 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.53 แสดงว่า มีประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) เท่ากับ 85.53

ตาราง 4.2 ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนนที่สอบได้ (30 คะแนน)	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม
29	2	58
28	4	112
27	4	108
26	13	338
25	15	375
24	3	72
23	1	23
$\bar{X}$		25.86
S.D		1.34
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ		86.19

จากตาราง 4.2 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 25.86 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.34 คะแนน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.19 แสดงว่า มีประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 86.19

ตาราง 4.3 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดกิจกรรม	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D	ค่าประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ )	180	153.95	3.76	85.53
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )	30	25.86	1.34	86.19



จากตาราง 4.3 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่นำไปใช้กับนักเรียน มีประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ ) เท่ากับ 85.53 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 86.19 แสดงว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.53/86.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรากฏผลดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D	t
ก่อนเรียน	42	16.17	2.23	34.533**
หลังเรียน	42	25.86	1.34	

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4.4 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 4.5 ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัม และการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนนก่อนเรียน	ผลรวมคะแนนหลังเรียน	ดัชนีประสิทธิผล
42	30	679	1086	0.7005

จากตาราง 4.5 พบว่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.7005 แสดงว่า มีความรู้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.7005 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.05

ตอนที่ 4 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ		ความหมาย
		$\bar{X}$	S.D	
1	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีรูปแบบและภาพประกอบสวยงาม น่าสนใจ	4.55	0.50	มากที่สุด
2	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีเนื้อหาสาระที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.31	0.60	มาก
3	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ภาษาได้เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.55	0.59	มากที่สุด
4	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดมีเวลาสำหรับการเรียนที่เหมาะสม	4.55	0.55	มากที่สุด
5	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้เข้าใจและง่ายยิ่งขึ้น	4.33	0.48	มาก

ตาราง 4.6 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ		ความหมาย
		$\bar{X}$	S.D	
6	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องทฤษฎีและการคำนวณ โจทย์ปัญหาได้ชัดเจน	4.62	0.49	มากที่สุด
7	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา และหาคำตอบในเนื้อหาได้อย่างคล่องแคล่ว	4.50	0.51	มาก
8	นักเรียนมีความสุขที่ได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4.43	0.50	มาก
9	นักเรียนชอบการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT เพราะมีขั้นตอนที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.69	0.47	มากที่สุด
10	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.55	0.50	มากที่สุด
11	นักเรียนรู้คะแนนทันทีหลังจากทำแบบทดสอบระหว่างเรียน	4.45	0.50	มาก
12	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4.48	0.55	มาก
13	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอนและเข้าใจง่าย	4.57	0.55	มากที่สุด
14	ครูคอยช่วยเหลือแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรม	4.43	0.50	มาก
15	ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.55	0.50	มากที่สุด
	รวมเฉลี่ย	4.50	0.13	มากที่สุด

จากตาราง 4.6 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D = 0.13 )

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้  
วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง  
ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมุติฐานของการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สรุปผลการวิจัย
5. อภิปรายผลการวิจัย
6. ข้อเสนอแนะ
  - 6.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้
  - 6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้  
วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ  
ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรม  
การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์  
เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่กำลังศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 415 คน ซึ่งจัดห้องเรียน แบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่กำลังศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 ชุด ดังนี้

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การดลและแรงดล
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชนในสองมิติ
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การระเบิด

2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การดลและแรงดล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการระเบิด

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ใช้รูปแบบการทดลองแบบ One Group Pretest Posttest Design โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโมเมนตัมและการชน จำนวน 30 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบไว้ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT จำนวน 6 ชุด และดำเนินการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ควบคู่กัน จำนวน 12 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post - test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโมเมนตัมและการชน จำนวน 30 ข้อ ฉบับเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน นำคะแนนทั้งสองครั้ง ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปสอบถามนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 จำนวน 42 คน หลังจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 15 ข้อ แล้วนำคะแนนไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยการหาประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ )

4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ค่าสถิติ t-test แบบ Dependent

4.3 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผล (E.I)

4.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

#### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 85.53/86.19 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.7005 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7005 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.05

4. ความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

### อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 85.53/86.19 ซึ่งผ่านกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น มีการออกแบบและพัฒนาอย่างเป็นระบบตามวิธีการที่เหมาะสม โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสาร เทคนิค แนวคิดและทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาในหลักสูตรแล้วแบ่งเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับเวลา และลักษณะของนักเรียน โดยเรียงเนื้อหาจากตามลำดับจากง่ายไปหายาก พร้อมผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพอย่างเป็นระบบจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผ่านการทดลอง (Try - Out) เพื่อหาประสิทธิภาพถึง 3 ครั้ง คือ แบบรายบุคคล (1 : 1) แบบกลุ่ม (1 : 10) และแบบภาคสนาม (1 : 100) มีการปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้จริง จึงทำให้มีคุณภาพและเหมาะสมกับนักเรียนเป็นอย่างดี นอกจากนี้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ยังมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจแก่ผู้เรียนจึงทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ ความรู้ และสนใจที่จะทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของตนเองและเต็มตามศักยภาพ และเป็นตามแนวคิดของ สุนทร สินธพานนท์ (2553 : 14) ที่กล่าวว่า ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมหนึ่ง ที่ครูใช้ประกอบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนศึกษาการใช้สื่อต่างๆ ในชุดกิจกรรมที่ผู้สอนสร้างขึ้น ชุดกิจกรรมเป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ประกอบกับคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ อย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบอย่างชัดเจน จนกระทั่งผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนาธิป ดวงตาแสง (2555 : 139) ได้ทำการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติ ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรม 4MAT กับการเรียนปกติ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT



มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.28/83.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรทัย โรจน์สุกิจ (2556 : 103) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงเส้นสร้างสรรค์กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โดยใช้เทคนิคซินเนคติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.64/86.87 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภัสสร ผลวิเศษสิทธิ์ (2556 : 71) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องทัศนธาตุและองค์ประกอบศิลป์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.63/87.37 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เป็นเพราะ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัม และการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยสามารถกระตุ้นความสนใจในการเรียนและการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมให้กับตนเอง ทั้งนี้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT ได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนตรงตามเนื้อหาหลักสูตร และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนอย่างแท้จริง โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้นมีกิจกรรมหลายกิจกรรมทั้งทางด้านเนื้อหา ใบความรู้ กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมตอบปัญหา ระหว่างเรียน และกิจกรรมทดสอบหลังเรียน และสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้และเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์ ความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอด ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงาน ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ และขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยน เรียนรู้ เสริมความรู้แก่ผู้เรียนอย่างมีกระบวนการและเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ และเน้นตนเองเป็นสำคัญในการเรียนรู้ที่จะแสวงหาสิ่งใหม่ๆ ในการเพิ่มเติมความรู้ของนักเรียน และเป็นไปแนวคิดของ สุกนธ์ สินธพานนท์ (2551 : 14) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้เป็นสื่อที่ครูใช้ประกอบการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนศึกษาและใช้สื่อต่างๆ ในชุดการเรียนรู้ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ผู้เรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนเป็น เพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เพียงพร วงศ์คำจันทร์ (2555 : 120) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรม

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 4MAT เรื่องตัวหารร่วมมาก (ท.ร.ม) และตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ วัชร อภรณ์พงษ์ (2556 : 95) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ สอดคล้องกับ งานวิจัยของ ณัฐสิตา สมสมัย (2556 : 89) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลใช้ชุดกิจกรรม ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. คำนึงประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนต์ และการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.7005 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7005 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.05 ทั้งนี้เป็นเพราะ ผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้และการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและทดลองจริง เปิดโอกาสให้นักเรียน ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมวางแผน ร่วมแก้ปัญหาระหว่างลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเป็นผู้คอยให้ คำแนะนำและเป็นที่ยปรึกษาอย่างใกล้ชิด ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม จึงส่งผลให้นักเรียนมี ความก้าวหน้าทาง การเรียนมากขึ้น เป็นไปตามแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551 : 76) ได้กล่าวว่า เมื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วต้องนำไปหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองเพื่อตรวจดูว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เพียงใด และหากพบว่ามีข้อบกพร่องก็จะนำไปปรับปรุงแก้ไข จนทำให้เกิดการเรียนรู้ นอกจากแผนการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ และการเรียนรู้ระหว่างกัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน และเป็นไปตามแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2553 : 141) ที่ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยเน้น กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ เป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียน เกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุป ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณา อุ ไพบิจิตร (2557 : 111) ได้ทำการวิจัย เรื่องการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้

5E สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีดัชนีประสิทธิผลการเรียนของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.7470 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติ อภรณ์พงษ์ (2557 : 67) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีดัชนีประสิทธิผลการเรียนของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.7470

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D = 0.13) ทั้งนี้เป็นเพราะ การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้และการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้ แบบ 4MAT นั้น ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เพลิดเพลินและมีความสุขกับการเรียน ดังนั้นการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญต่อผู้เรียนอย่างยิ่งกับผู้เรียน เพราะมีเนื้อหาสาระที่ชัดเจน เข้าใจง่าย เป็นระบบ ตามลำดับเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก และต่อเนื่องกันตามลำดับ ให้ภาษาที่ถูกต้อง มีสีสัน และภาพประกอบ ทำให้นักเรียนมีความสนใจและเข้าใจมากยิ่งขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นขั้นตอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ หลังการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตรวจผลการเรียนรู้ของตนเองได้ ทำให้เกิดแรงจูงใจ สนใจ และเกิดความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง เป็นไปตามแนวคิดของ สุกนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551 : 90 - 92) การสร้างชุดกิจกรรมที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพนั้น ต้องนำหลักจิตวิทยาและหลักการสอนมาเป็นพื้นฐานในการจัดทำ ดังนั้นผู้จัดทำจำเป็นต้องนำหลักจิตวิทยาและหลักการสอนมาเป็นพื้นฐานในการจัดทำชุดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ พิทยา แทนพลกรัง (2557 : 115 - 116) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ผลการวิจัยพบว่า มีระดับความพึงพอใจ โดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรีย์พร นุแรมรัมย์ (2558 : 101) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมของนักเรียนในระดับมาก

## ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การใช้ชุดกิจกรรมแต่ละชุด มีกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ให้เสร็จทันเวลา ดังนั้นครูจึงควรจัดเตรียมชุดกิจกรรมไว้ให้พร้อมและพอเพียงสำหรับนักเรียน เพื่อความสะดวกในการจัดกิจกรรม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมมากขึ้น
2. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนกระตุ้น ความสนใจ ความกระตือรือร้น ในการเรียน เช่น การเล่นเกม การเสริมแรง การให้รางวัล
3. ระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนจะต้องเจอปัญหา และอุปสรรคในการเรียน ดังนั้นครูต้องคอยให้คำแนะนำ ปรีกษา ช่วยเหลือนักเรียน และเป็นกำลังใจที่ดี เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความสุขและเต็มตามศักยภาพ

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาค้นคว้า โดยการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT กับเนื้อหา วิชาอื่นๆ เช่น สังคม ภาษาไทย คณิตศาสตร์ เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT กับนวัตกรรมการเรียนรู้แบบอื่น เช่น การเรียนแบบ STAD การเรียนรู้แบบร่วมมือ TAI การเรียนแบบ TGT เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
Buriram Rajabhat University

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กฤษณี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ. (2550). **สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์** นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2554). **นวัตกรรมและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กรมวิชาการ. (2545). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). **แนวทางปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ**. กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เจียน วันทนีตระกูล. (2551). **หลักการสอนและวิธีการสอน**. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตล้านนา.
- จิตตินันท์ นันทไพบูลย์. (2551). **จิตวิทยาการบริการ**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเกชั่น.
- เฉลิม พักอ่อน. (2552). **การออกแบบการจัดการเรียนรู้อิงมาตรฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. สืบค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2558 , จาก <http://www.ziddu.com/download/6970719/plan51.rar.html>.
- ชนาธิป ดวงตาแสง. (2555). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรม 4MAT กับการเรียนปกติ**. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2551). **การพัฒนาหลักสูตร**. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยสารคาม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2551). **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐติดา สมสมัย. (2556). **ผลใช้ชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

- ดวงหทัย แสงวิริยะ. (2544). ผลการใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบ และเจตคติต่อการเรียน ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ประชากรศึกษาและ การทำมาหากิน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานิพนธ์ กสม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดำรง หิรัญยะพรรณ. (2553). องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2558 จาก <http://sites.google.com/site/krudamrongonline/home>.
- ทิสนา แจมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภัสสร ผลวิเศษสิทธิ์. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องทัศนธาตุและองค์ประกอบ ศิลป์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2552). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- ประภาพรณ เส็งวงศ์. (2551). การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์. (2542). ระเบียบวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. คณะครุศาสตร์. บุรีรัมย์ : สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ( $E_1$  /  $E_2$ ) มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีและการสื่อสาร การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- \_\_\_\_\_. (2545). “ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)” การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : (ม.ป.พ.).
- \_\_\_\_\_. (2546). ดัชนีประสิทธิผล. (เอกสารประกอบการบรรยายวิชา 12205). มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีและการสื่อสาร การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ฝ่ายพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม . (2553). หลักสูตรสถานศึกษา ปีพุทธศักราช 2553 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551. บุรีรัมย์ : โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม.

- พิชชา แทนพลกรัง. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารในชีวิตประจำวัน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E.  
วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2549). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :  
แฮสส์ ออฟ คอร์ปอเรชั่น.
- \_\_\_\_\_. (2551). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 6.  
กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์นธ์ เศษะคุปต์. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนา  
คุณภาพวิชาการ.
- เพียงพร วงศ์คำจันทร์. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ  
การสอนแบบ 4MAT เรื่องตัวหารร่วมมาก (ห.ร.ม)และตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น)  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). สกลนคร :  
บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2551). การพัฒนาหลักสูตรและสื่อการสอน หน่วยที่ 8 - 15.  
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- เมธา พงศ์ศาสตร์. (2549). การสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชา  
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). “รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles).” ใน 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อ  
พัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2552). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.  
พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2549). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้. อุดรดิตถ์ : คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- \_\_\_\_\_. (2550). สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตสถาน. (2554). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2554. กรุงเทพฯ : สิริวัฒนา  
อินพริ้นท์ จำกัด.
- \_\_\_\_\_. (2556). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2544. เฉลิมพระเกียรติพระบาท  
สมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา  
7 รอบ 5 ธันวาคม 2554. กรุงเทพฯ : สิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์.



- ราตรี นันทสุคนธ์. (2554). การวิจัยในชั้นเรียนและการวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน.  
กรุงเทพฯ : จุดทอง.
- วรรณภา อุโฬจิตร. (2557). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). นุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- รววิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). สื่อและนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สกายบุคส์.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : สุริยาสาสน์.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2549). การจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- \_\_\_\_\_. (2550). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. มหาสารคาม : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- \_\_\_\_\_. (2550). นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ Backward Design. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วัชร อารมณ์พงษ์. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). นุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน ประจำปี 2557. โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม. กรุงเทพฯ : สถาบัน ฯ.
- สมยศ นาวิการ. (2544). การบริหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บรรณกิจ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กอปลินธุ์ : ประสานการพิมพ์
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2553). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ : เทคนิคพรินติ้ง.
- \_\_\_\_\_. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่... เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียน. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุพานี สฤณภูวานิช. (2551). องค์การสมัยใหม่ : แนวคิดทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). 21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

- สุริย์พร นุแรมรัมย์. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืชโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัยมหาวิทาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สันติ อารณพงษ์. (2557). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัยมหาวิทาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1. (2553). การอบรมเชิงปฏิบัติการจัดทำหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. (เอกสารอบรม). บุรีรัมย์ : กลุ่มงานนิเทศติดตามผลและประเมินผลสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1.
- หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม. (2557). รายงานการปฏิบัติงานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. บุรีรัมย์ : โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม.
- อรรถัย โรจน์สุกิจ. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเขียนเชิงเส้นสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โดยใช้เทคนิคซินแนคติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- อารณ ใจเที่ยง. (2550). หลักการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- อุไลวรรณ ภัยชิต. (2553). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องโมเมนต์และการชน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์การศึกษา). อุบลราชธานี : บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทาลัยอุบลราชธานี.
- Benjamin, W.B. (1973). **Dictionary of Behavioral Science**. New York : Van nostrad Reinhold.
- Bloom, B.S. (1976). **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York : McGraw Hill.
- Caraisco, J. (2007). Overcoming Lethargy in Gifted and Talented Education with Contract Activity Packages : "I'm Choosing to Learn." **Clearing House**. 80 : 255 – 259.
- Farkas, R.D. (2002). "Effect(s) of Traditional Versus Learning Styles Instructional Methods On Seventh Grade Student Achievement, Attitudes, Empathy, and Transfer of Skills through a Study of the Holocaust." **Dissertation Abstracts International**. 63(4) : 1243 – A.

- Gundlach, H.J. & Reid, P.N. (1992, August). "A Scale for Measurement of Consumer Satisfaction with Social Services." **Journal of Social Service Research**. 6(7) : 37-50.
- Herzberg, F.M, B.& Snyderman, B.B. (1959). **The Motivation to Work**. New York : John Wiley and Son.
- Jackson, H. B. (2000). "Teaching to a Diversity of Learning Styles : Using 4MAT Model in a Block Scheduled School." **Dissertation Abstracts International**. 60(09) : 3218 – A.
- Jackson, P. R. (2004). "The Effects of Teaching Methods and 4MAT Learning Styles on Community College Students, Achievement, Attitudes, and Retention in Introductory Microbiology." **Dissertation Abstracts International**. 64(9) : 3173 – A .
- Maslow, A. H. (1970). **The Human Side of Enterprise**. New York. : McGraw – Hill Book Company.

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### หนังสือขอความอนุเคราะห์

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือวิจัย

### รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.บรรพต วงษ์ทองเจริญ วุฒิการศึกษา ศษ.ค. สาขาบริหารการศึกษา  
ตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา
2. อาจารย์อรนุช ศรีคำ วุฒิการศึกษา กศ.ม. สาขาการวัดผลการศึกษา ตำแหน่งอาจารย์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
3. นางสาวอรุณรัตน์ วิญญาณรัมย์ วุฒิการศึกษา กศ.ม. สาขาพิศกส์ ตำแหน่งครู  
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์  
เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา



ที่ ศธ.๐๕๔๕.๑๑/วศ๓๔

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
ถนนจรัส อำเภอเมืองบุรีรัมย์  
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๔ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขออนุมัติคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.บรรพต วงษ์ทองเจริญ

ด้วย นางศิริินภา นกแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ ๔MAT สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี ดร.ธนพล ตีรชาติ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและ  
ประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดี จึงขออนุมัติคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำ  
การวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุมัติและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๗๔๐๑-๒

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖



ที่ ศธ.๐๕๔๕.๑๑/วศ๓๔

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
ถนนจรัส อำเภอเมืองบุรีรัมย์  
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๔ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์อรนุช ศรีคำ

ด้วย นางศิริินภา นกแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ ๔MAT สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี ดร.ธนพล ตีรชาติ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและ  
ประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำ  
การวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๕๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๗๔๐๑-๒

โทรสาร ๐ ๔๕๖๑ ๒๘๕๘

มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖





ที่ ศธ.๐๕๔๕.๑๑/วศ๓๔

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์  
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๔ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณอรุณรัตน์ วิญญาณรัมย์

ด้วย นางศิริินภา นกแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ ๔MAT สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี ดร.ธนพล ตีรชาติ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและ  
ประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำ  
การวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๗๔๐๑-๒

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖



ที่ ศธ.๐๕๔๕.๑๑/๙๔๐

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
ถนนจระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์  
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

ด้วย นางศิริณา นกแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ ๔MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี ดร.ธนพล ตีรชาติ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ในการทดลองใช้เครื่องมือ ในการวิจัยที่จะใช้กลุ่มตัวอย่างจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ดังนั้นจึงขออนุญาตให้ นางศิริณา นกแก้ว ใช้เครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับ กำหนดการทำงานผู้ทำการวิจัยจะประสานในรายละเอียดอีกครั้ง มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมकुณา)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานคณบดี

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๙๔๐๑-๒

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖

มหาวิทยาลัยสุโขทัย  
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ข  
แผนการจัดการเรียนรู้

## แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 30201	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องโมเมนต์และการชน		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโมเมนต์		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางศรินภา นกแก้ว		โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม. 4 – 6/1 ตำรวจตรวจสอบและอธิบายความหมายของโมเมนต์

### สาระสำคัญ

โมเมนต์ เป็นปริมาณที่บอกให้ทราบสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุและความเร็วของวัตถุ นั้น เป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการเปลี่ยนขนาดหรือทิศของความเร็ว ก็จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายโมเมนต์
2. คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับโมเมนต์
3. นำความรู้เรื่องโมเมนต์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### ทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทดลองเรื่องโมเมนต์

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์
2. ตั้งใจเรียน
3. ความขยันหมั่นเพียร
4. ความรับผิดชอบ
5. การตรงต่อเวลา

## สาระการเรียนรู้

### โมเมนตัม

## กิจกรรมการเรียนรู้

### การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง (Why)

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่องการปล่อยวัตถุ 4 ชนิด ให้ตกจากที่สูง 10 เมตร เท่ากัน

#### ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์

2. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จะต้องออกแรงในการรับวัตถุดังกล่าวเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด ถ้าออกแรงรับวัตถุเท่ากันจะต้องออกแรงรับวัตถุมากหรือน้อยอย่างไร (แรงที่ใช้รับไม่เท่ากัน โดยแรงที่ใช้รับวัตถุที่มีมวลมากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับวัตถุที่มีมวลน้อย)

2.2 ถ้าปล่อยวัตถุชนิดเดียวกัน ให้ตกจากตึกสูงที่มีระดับความสูงต่างกัน ความเร็วสุดท้ายก่อนกระทบพื้นของวัตถุจะเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด (วัตถุที่ปล่อยจากระดับสูงจะมีความเร็วมากกว่าวัตถุที่ปล่อยจากระดับต่ำขณะกระทบมือ)

2.3 การออกแรงรับวัตถุ เพื่อให้วัตถุหยุดนิ่ง จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด (แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น)

### การสร้างความคิดรวบยอด (What)

#### ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

3. นักเรียนฟังครูอธิบายความรู้เรื่องโมเมนตัมแปรผันกับมวลคูณด้วยความเร็ว

#### ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูล

4. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโมเมนตัม ครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายกับนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย

5. นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องโมเมนตัม

### การปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (How)

#### ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำหนด

5. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องโมเมนตัม และกิจกรรมที่ 2 เรื่องการตอบปัญหา

#### ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจ

6. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

**การบูรณาการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ (II)**

**ขั้นที่ 7** ขั้นวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้

7. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องโมเมนตัม

**ขั้นที่ 8** ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

8. นักเรียนฟังครูเฉลยแบบทดสอบเรื่องโมเมนตัม และอธิบายความรู้เพิ่มเติมเรื่องโมเมนตัม และแนะนำนักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ที่ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฐานหนังสือ ฯลฯ

**สื่อและแหล่งเรียนรู้**

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัส ว 30201
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. power point
4. ห้องสมุด และอินเทอร์เน็ต ฯลฯ

**การวัดและประเมินผล**

1. การประเมินตามสภาพจริง
2. การวัดผลหลังเรียน

**เครื่องมือวัดผลและประเมินผล**

1. แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม
2. แบบทดสอบเรื่องโมเมนตัม

**เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล**

1. นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม 80% ขึ้นไป
2. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป

ลงชื่อ .....

(นางศรินภา นกแก้ว)

ครูผู้สอน

### แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ประกอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง โมเมนต์

คำชี้แจง นำคะแนนจากการทำกิจกรรมที่ 1 - 4 และคะแนนแบบทดสอบ กรอกคะแนนลงตามช่อง  
กิจกรรมให้ครบทุกช่อง

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	กิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 (5 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)	ทดสอบ (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน

(นางศิริินภา นกแก้ว)

## แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 30201	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องโมเมนตัมและการชน		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางศิริรณภา นกแก้ว		โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม. 4 – 6/2 อธิบายโมเมนตัมและความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

### สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุนั้น

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

หรือ

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$$

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
2. คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
3. นำความรู้เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### ทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทดลองเรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์
2. ตั้งใจเรียน
3. ความขยันหมั่นเพียร



4. ความรับผิดชอบ
5. การตรงต่อเวลา

### สาระการเรียนรู้

แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

### กิจกรรมการเรียนรู้

การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง (Why)

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่องการเตะลูกฟุตบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ โดยออกแรงมาก และแรงน้อย ตามลำดับ

#### ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์

2. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 แรงที่กระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป หรือไม่ (เปลี่ยนไป คือ แรงมากลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมาก แรงน้อยลูกฟุตบอลก็จะเคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็ว)

2.2 แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลเกี่ยวข้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อใดของนิวตัน (กฎข้อที่สอง)

การสร้างความคิดรวบยอด (What)

#### ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

3. นักเรียนฟังครูอธิบายความรู้เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม คือ เมื่อมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น

#### ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูล

4. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายกับนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย

5. นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

การปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (How)

#### ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำหนด

6. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม และกิจกรรมที่ 2 เรื่องการตอบปัญหา

### **ขั้นที่ 6** ขั้นสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจ

7. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

### **การบูรณาการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ (IE)**

### **ขั้นที่ 7** ขั้นวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้

8. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

### **ขั้นที่ 8** ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

9. นักเรียนฟังครูเฉลยแบบทดสอบเรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม และอธิบายความรู้เพิ่มเติมเรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม และแนะนำนักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ที่ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ร้านหนังสือ ฯลฯ

### **สื่อและแหล่งเรียนรู้**

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัส ว 31201
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. power point
4. ห้องสมุด และอินเทอร์เน็ต ฯลฯ

### **การวัดและประเมินผล**

1. การประเมินตามสภาพจริง
2. การวัดผลหลังเรียน

### **เครื่องมือวัดผลและประเมินผล**

1. แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม
2. แบบทดสอบเรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

### **เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล**

1. นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม 80% ขึ้นไป
2. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป

ลงชื่อ .....

(นางศรินภา นกแก้ว)

ครูผู้สอน

### แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ประกอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

คำชี้แจง นำคะแนนจากการทำกิจกรรมที่ 1 - 4 และคะแนนแบบทดสอบ กรอกคะแนนลงตามช่อง  
กิจกรรมให้ครบทุกช่อง

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	กิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 (5 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)	ทดสอบ (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน

(นางศรินภา นกแก้ว)

## แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 30201	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องโมเมนตัมและการชน		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการดลและแรงดล		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางศรินภา นกแก้ว		โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม. 4 – 6/1 อธิบายและคำนวณเกี่ยวกับการเปลี่ยนโมเมนตัม การดล และแรงดล

### สาระสำคัญ

การดล (Impulsa  $F \cdot \Delta t$ ) คือ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาสั้นๆ มีหน่วยเป็น (kg m/s) หรือ N.s

$$I = m\vec{v} - m\vec{u} = m(\vec{v} - \vec{u}) = F \cdot \Delta t$$

แรงดล (Impulsive Force) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ มีหน่วยเป็นนิวตัน กระทำในช่วงเวลาสั้นๆ และแรงดลเป็นแรงเฉลี่ยเสมอ

$$\vec{F}_t = \frac{m(\vec{v} - \vec{u})}{\Delta t}$$

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายการดลและแรงดล
2. คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับการดลและแรงดล
3. นำความรู้เรื่องการดลและแรงดลไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### ทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทดลองเรื่องการดลและแรงดล

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์
2. ตั้งใจเรียน

3. ความขยันหมั่นเพียร
4. ความรับผิดชอบ
5. การตรงต่อเวลา

## สาระการเรียนรู้

การคลและแรงคล

## กิจกรรมการเรียนรู้

การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง (Why)

### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่องการกระทบกันระหว่างวัตถุสองชิ้น พร้อมให้นักเรียนยกตัวอย่าง (ลูกบอลชนกำแพง การตีกอล์ฟ การตีเทนนิส ฯลฯ)

### ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์

2. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 2.1 แรงที่กระทำต่อวัตถุชิ้นก่อนใดก่อนหนึ่งนั้น มีแรงอะไรบ้าง (แรงกิริยากับแรงปฏิกิริยากระทำระหว่างกัน)
- 2.2 แรงใดบ้างทำให้เกิดการเปลี่ยนโมเมนตัม (แรงคล)
- 2.3 แรงที่กระทำซึ่งกันของวัตถุชิ้นในช่วงเวลาของการกระทบมีขนาดใด (ไม่คงตัว)

การสร้างความคิดรวบยอด (What)

### ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

3. นักเรียนฟังครูอธิบายความรู้เรื่องการคลและแรงคล

### ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูล

4. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการคลและแรงคล ครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายกับนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย

5. นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องการคลและแรงคล

การปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (How)

### ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำหนด

5. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องการคลและแรงคล และกิจกรรมที่ 2 เรื่องการตอบปัญหา

### ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจ

6. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

การบูรณาการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ (IG)

### ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้

7. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องการคลและแรงค

### ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

8. นักเรียนฟังครูเฉลยแบบทดสอบเรื่องการคลและแรงค อธิบายความรู้เพิ่มเติม เรื่อง การคลและแรงค พร้อมแนะนำนักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ที่ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต หนังสือนิต ฯลฯ

### สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัส ว 30201
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. power point
4. ห้องสมุด และอินเทอร์เน็ต ฯลฯ

### การวัดและประเมินผล

1. การประเมินตามสภาพจริง
2. การวัดผลหลังเรียน

### เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม
2. แบบทดสอบเรื่องการคลและแรงค

### เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล

1. นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม 80% ขึ้นไป
2. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป

ลงชื่อ .....

(นางศิริรณภา นกแก้ว)

ครูผู้สอน

### แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ประกอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	เรื่องการคลและแรงดล

คำชี้แจง นำคะแนนจากการทำกิจกรรมที่ 1 - 4 และคะแนนแบบทดสอบ กรอกคะแนนลงตามช่อง  
กิจกรรมให้ครบทุกช่อง

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	กิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 (5 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)	ทดสอบ (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน

(นางศรินภา นกแก้ว)

## แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 30201	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องโมเมนตัมและการชน		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางศรินภา นกแก้ว		โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม. 4 – 6/3 ตำรวจตรวจสอบและอธิบายเกี่ยวกับการชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

### สาระสำคัญ

การชนของวัตถุในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวลภายหลังการชนวัตถุเคลื่อนที่อยู่ในแนวสมมูลเดิม เรียกว่า การชนในหนึ่งมิติ มี 2 ลักษณะ

1. การชนในหนึ่งมิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ การชนในหนึ่งมิติแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์เป็นการชนที่ไม่สูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ จะได้ว่า

$$1) \quad \sum \bar{p} \text{ ก่อนชน} = \sum \bar{p} \text{ หลังชน}$$

$$m_1 \bar{u}_1 + m_2 \bar{u}_2 = m_1 \bar{v}_1 + m_2 \bar{v}_2$$

$$2) \quad \sum E_k \text{ ก่อนชน} = \sum E_k \text{ หลังชน}$$

$$\frac{1}{2} m_1 \bar{u}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \bar{u}_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \bar{v}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \bar{v}_2^2$$

2. การชนในหนึ่งมิติ แบบไม่ยืดหยุ่น การชนในหนึ่งมิติ แบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนที่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ

#### 2.1 ภายหลังการชนเคลื่อนที่ติดกันไป

$$\sum \bar{p} \text{ ก่อนชน} = \sum \bar{p} \text{ หลังชน}$$

$$m_1 \bar{u}_1 + m_2 \bar{u}_2 = (m_1 + m_2) \bar{v}$$

#### 2.2 ภายหลังการชนแยกกันเคลื่อนที่

$$\sum \bar{p} \text{ ก่อนชน} = \sum \bar{p} \text{ หลังชน}$$

$$m_1 \bar{u}_1 + m_2 \bar{u}_2 = m_1 \bar{v}_1 + m_2 \bar{v}_2$$



## จุดประสงค์การเรียนรู้

### ความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายการชนในหนึ่งมิติ
2. คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับการชนในหนึ่งมิติ
3. นำความรู้เรื่องการชนในหนึ่งมิติไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

### ทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทดลองเรื่องการชนในหนึ่งมิติ

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์
2. ตั้งใจเรียน
3. ความขยันหมั่นเพียร
4. ความรับผิดชอบ
5. การตรงต่อเวลา

## สาระการเรียนรู้

### การชนในหนึ่งมิติ

## กิจกรรมการเรียนรู้

### การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง (Why)

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับ เรื่องการชนของวัตถุในแนวตรง หรือการชนในหนึ่งมิติ
2. นักเรียนยกตัวอย่างการชนวัตถุในแนวตรงที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน (การชนของรถสองคัน การเตะลูกฟุตบอล )

#### ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์

2. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
  - 2.1 การชนของวัตถุทั้งสองชนแบบใดที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนวเดียวกัน (การเคลื่อนที่ของศูนย์กลางของวัตถุ ชนกับการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางของวัตถุที่ถูกชน )
  - 2.2 การชนของวัตถุในหนึ่งมิตินั้นมีการถ่ายโอนโมเมนตัมระหว่างกัน หรือไม่ (มีการถ่ายโอนโมเมนตัมร่วมกัน)

### การสร้างความคิดรวบยอด (What)

#### ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

- นักเรียนฟังครูอธิบายความรู้เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

#### ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูล

- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ ครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายกับนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย

- นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

### การปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (How)

#### ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำหนด

- นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ และกิจกรรมที่ 2 เรื่องการตอบปัญหา

#### ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจ

- นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

### การบูรณาการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ (It)

#### ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้

- นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องการชนในหนึ่งมิติ

#### ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

- นักเรียนฟังครูเฉลยแบบทดสอบเรื่องการชนในหนึ่งมิติ อธิบายความรู้เพิ่มเติมเรื่องการชนในหนึ่งมิติ พร้อมแนะนำนักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ที่ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต หนังสือนิตยสาร ฯลฯ

### สื่อและแหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัส ว 30201
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- power point
- ห้องสมุด และอินเทอร์เน็ต ฯลฯ

### การวัดและประเมินผล

- การประเมินตามสภาพจริง
- การวัดผลหลังเรียน

**เครื่องมือวัดผลและประเมินผล**

1. แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม
2. แบบทดสอบเรื่องการการชนในหนึ่งมิติ

**เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล**

1. นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม 80% ขึ้นไป
2. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป

ลงชื่อ .....

(นางศรินภา นกแก้ว)

ครูผู้สอน

### แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ประกอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ

คำชี้แจง นำคะแนนจากการทำกิจกรรมที่ 1 - 4 และคะแนนแบบทดสอบ กรอกคะแนนลงตามช่อง  
กิจกรรมให้ครบทุกช่อง

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	กิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 (5 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)	ทดสอบ (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน

(นางศิริรภา นกแก้ว)

## แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 30201	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องโมเมนต์และการชน		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางศรินภา นกแก้ว		โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม. 4 – 6/3 ตำรวจตรวจสอบและอธิบายเกี่ยวกับการชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

### สาระสำคัญ

การชนของวัตถุในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลาง ภายหลังจากชนวัตถุเคลื่อนที่ในทิศทำมุมกับแนวเดิม เรียกว่า การชนในสองมิติ มี 2 ลักษณะ คือ

1. การชนในสองมิติ แบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่ไม่สูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ
2. การชนในสองมิติ แบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนที่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายการชนในสองมิติ
2. คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับการชนในสองมิติ
3. นำความรู้เรื่องการชนในสองมิติไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### ทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทดลองเรื่องการชนในสองมิติ

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์
2. ตั้งใจเรียน
3. ความขยันหมั่นเพียร
4. ความรับผิดชอบ

## 5. การตรงต่อเวลา

### สาระการเรียนรู้

การชนในสองมิติ

### กิจกรรมการเรียนรู้

การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง (Why)

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเรื่องการชนของวัตถุที่กระเด็นไปคนละทิศทาง
2. นักเรียนยกตัวอย่างการชนวัตถุที่กระเด็นไปคนละทิศทาง พบเห็นในชีวิตประจำวัน

(การชนของรถสองคัน ด้อยตั้งเมื่อโดนฝนจะแตกคนละทิศทาง )

#### ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์

2. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 การชนของวัตถุทั้งสองชนแบบใดที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไม่อยู่ในแนวเดียวกัน

(การชนในสองมิติ)

2.2 จงอธิบายลักษณะการชนในสองมิติที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน (วัตถุทั้งสองชนกัน โดยไม่จุดศูนย์กลางทำให้วัตถุกระเด็นไม่อยู่ในแนวเดียวกัน)

การสร้างความคิดรวบยอด (What)

#### ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

3. นักเรียนฟังครูอธิบายความรู้เรื่องการชนในสองมิติ

#### ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูล

4. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการชนในสองมิติ ครูคอยให้คำแนะนำ และอธิบายกับนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย

5. นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องการชนในสองมิติ

การปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (How)

#### ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำหนด

5. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องการชนในสองมิติ และกิจกรรมที่ 2 เรื่องการตอบปัญหา

#### ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจ

6. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

## การบูรณาการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ (1๓)

### ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้

7. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องการชนในสองมิติ

### ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

8. นักเรียนฟังครูเฉลยแบบทดสอบเรื่องการชนในสองมิติ อธิบายความรู้เพิ่มเติม เรื่อง การชนในสองมิติ พร้อมแนะนำนักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ที่ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ร้านหนังสือ ฯลฯ

### สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัส ว 30201
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. power point
4. ห้องสมุด และอินเทอร์เน็ต ฯลฯ

### การวัดและประเมินผล

1. การประเมินตามสภาพจริง
2. การวัดผลหลังเรียน

### เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม
2. แบบทดสอบเรื่องการชนในสองมิติ

### เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล

1. นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม 80% ขึ้นไป
2. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป

ลงชื่อ .....

(นางศิริณภา นกแก้ว)

ครูผู้สอน

### แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ประกอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	เรื่อง การชนในสองมิติ

คำชี้แจง นำคะแนนจากการทำกิจกรรมที่ 1 - 4 และคะแนนแบบทดสอบ กรอกคะแนนลงตามช่อง  
กิจกรรมให้ครบทุกช่อง

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	กิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 (5 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)	ทดสอบ (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน

(นางศรินภา นกแก้ว)



## แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 30201	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องโมเมนต์และการชน		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการระเบิด		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางศิริรณภา นกแก้ว		โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม. 4 – 6/3 สืบตรวจสอบและอธิบายเกี่ยวกับการชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนต์ัม และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

### สาระสำคัญ

#### การระเบิด

คือ การที่วัตถุมีการแยกหรือแตกออกจากกัน โดยมีแรงภายนอกมากระทำ ซึ่งมีเงื่อนไขเหมือนกับการชน ใน 2 ลักษณะ ที่กล่าวมาแล้ว คือ

$$\sum \bar{P}_{\text{ก่อนระเบิด}} = \sum \bar{P}_{\text{หลังระเบิด}}$$

ส่วนพลังงานจลน์ของวัตถุในระเบิด พบว่าผลรวมพลังงานจลน์หลังการระเบิด จะมีค่ามากกว่าผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนระเบิด เนื่องในการระเบิดมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปต่างๆ เป็นพลังงานจลน์ จึงได้ว่า

$$\sum E_{\text{ก่อนระเบิด}} = \sum E_{\text{หลังระเบิด}}$$

ลักษณะของการระเบิดแยกออกได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การระเบิดแบบแยกออกจากกัน การระเบิดของวัตถุลักษณะนี้วัตถุจะแยกออกจากกันเป็นส่วนๆ เช่น การยิงปืน มวลอัดสปริง คนกระโดดจากเรือ คนโดดจากเรือที่กำลังเคลื่อนที่
2. การระเบิดแบบสัมผัส โดยภายหลังการระเบิดวัตถุยังอยู่ด้วยกัน การคำนวณความเร็วของวัตถุแต่ละก้อน ให้คิดเทียบกับพื้นโลก เช่น คนเดินบนเรือซึ่งอยู่นิ่ง คนเดินบนเรือซึ่งกำลังเคลื่อนที่

## จุดประสงค์การเรียนรู้

### ความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายการระเบิด
2. คำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับการระเบิด
3. นำความรู้เรื่องการระเบิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

### ทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทดลองเรื่องการระเบิด

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ซื่อสัตย์
2. ตั้งใจเรียน
3. ความขยันหมั่นเพียร
4. ความรับผิดชอบ
5. การตรงต่อเวลา

## สาระการเรียนรู้

### การระเบิด

## กิจกรรมการเรียนรู้

### การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง (Why)

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเรื่องการระเบิดของวัตถุ
2. นักเรียนยกตัวอย่างการระเบิด พบเห็นในชีวิตประจำวัน (การเคลื่อนที่ของจรวด การเคลื่อนที่ของลูกโป่ง การเคลื่อนที่ของปลาหมึก )

#### ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์

2. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
  - 2.1 การระเบิดทำให้วัตถุแยกออกจากกัน ผลรวมของ โมเมนตัมและพลังงานจลน์เป็นอย่างไร (ผลรวมของโมเมนตัมของระบบเป็นศูนย์ และผลรวมของพลังงานจลน์ไม่เป็นศูนย์)

### การสร้างความคิดรวบยอด (What)

#### ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

3. นักเรียนฟังครูอธิบายความรู้เรื่องการระเบิด

#### ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดด้วยข้อมูล

4. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการระเบิด ครูคอยให้คำแนะนำ และอธิบายกับนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย

5. นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องการระเบิด

การปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (How)

#### ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำหนด

5. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องการระเบิด และกิจกรรมที่ 2 เรื่องการตอบปัญหา

#### ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจ

6. นักเรียนศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

การบูรณาการประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ (IG)

#### ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้

7. นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่องการระเบิด

#### ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

8. นักเรียนฟังครูเฉลยแบบทดสอบเรื่องการระเบิด อธิบายความรู้เพิ่มเติม เรื่อง การระเบิด พร้อมแนะนำนักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ที่ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต หนังสือนิตยสาร ฯลฯ

#### สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัส ว 30201
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. power point
4. ห้องสมุด และอินเทอร์เน็ต ฯลฯ

#### การวัดและประเมินผล

1. การประเมินตามสภาพจริง
2. การวัดผลหลังเรียน

#### เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม
2. แบบทดสอบเรื่องการระเบิด

**เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล**

1. นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม 80% ขึ้นไป
2. นักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป

ลงชื่อ .....

(นางศรินภา นกแก้ว)

ครูผู้สอน

### แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ประกอบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	เรื่องการระเบิด

**คำชี้แจง** นำคะแนนจากการทำกิจกรรมที่ 1 - 4 และคะแนนแบบทดสอบ กรอกคะแนนลงตามช่อง  
กิจกรรมให้ครบทุกช่อง

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	กิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	กิจกรรมที่ 2 (5 คะแนน)	กิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)	ทดสอบ (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
(นางศิริินภา นกแก้ว)

มหาวิทยาลัยสุโขทัย  
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ก  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่องโมเมนตัมและการชน

ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 เรื่องโมเมนตัม

ชุดที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

ชุดที่ 3 เรื่องการดลและแรงดล

ชุดที่ 4 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

ชุดที่ 5 เรื่องการชนในสองมิติ

ชุดที่ 6 เรื่องการระเบิด

จัดทำโดย

นางศิริรินภา นกแก้ว

ตำแหน่ง ค.ศ. 1

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32



## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จัดทำขึ้นเพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 ชุด ได้แก่

- ชุดที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม
- ชุดที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
- ชุดที่ 3 เรื่อง การดลและแรงดล
- ชุดที่ 4 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ
- ชุดที่ 5 เรื่อง การชนในสองมิติ
- ชุดที่ 6 เรื่อง การระเบิด

ชุดกิจกรรมเล่มนี้ ใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาและปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เพื่อประโยชน์ต่อพัฒนาทักษะด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านสังเกต การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การอภิปรายผล และการสรุปข้อมูล คำถาม และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี นักเรียนควรปฏิบัติตามคำชี้แจง ตามลำดับ ขั้นตอนของการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อจะได้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้

หวังเป็นอย่างยิ่งชุดกิจกรรมเล่มนี้นักเรียนและผู้สนใจจะได้รับประโยชน์จากการศึกษาชุดกิจกรรมเล่มนี้

ศิรินภา นกแก้ว



## คู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้

### วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. เพื่อใช้เป็นสื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน
2. เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนและสื่อการเรียนรู้ในการเรียนการสอนของนักเรียน
4. เพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ให้กับนักเรียน
5. นักเรียนสามารถศึกษาและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

### คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหา
  2. นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  3. นักเรียนมีข้อสงสัย สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอน
  4. การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
  5. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน
- เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมครบทั้ง 6 ชุด แล้ว

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้



ศึกษารายละเอียดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเรื่อง



ศึกษาคำชี้แจงประกอบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้



ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้



ดำเนินการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์ความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยน เรียนรู้



ทดสอบหลังเรียน

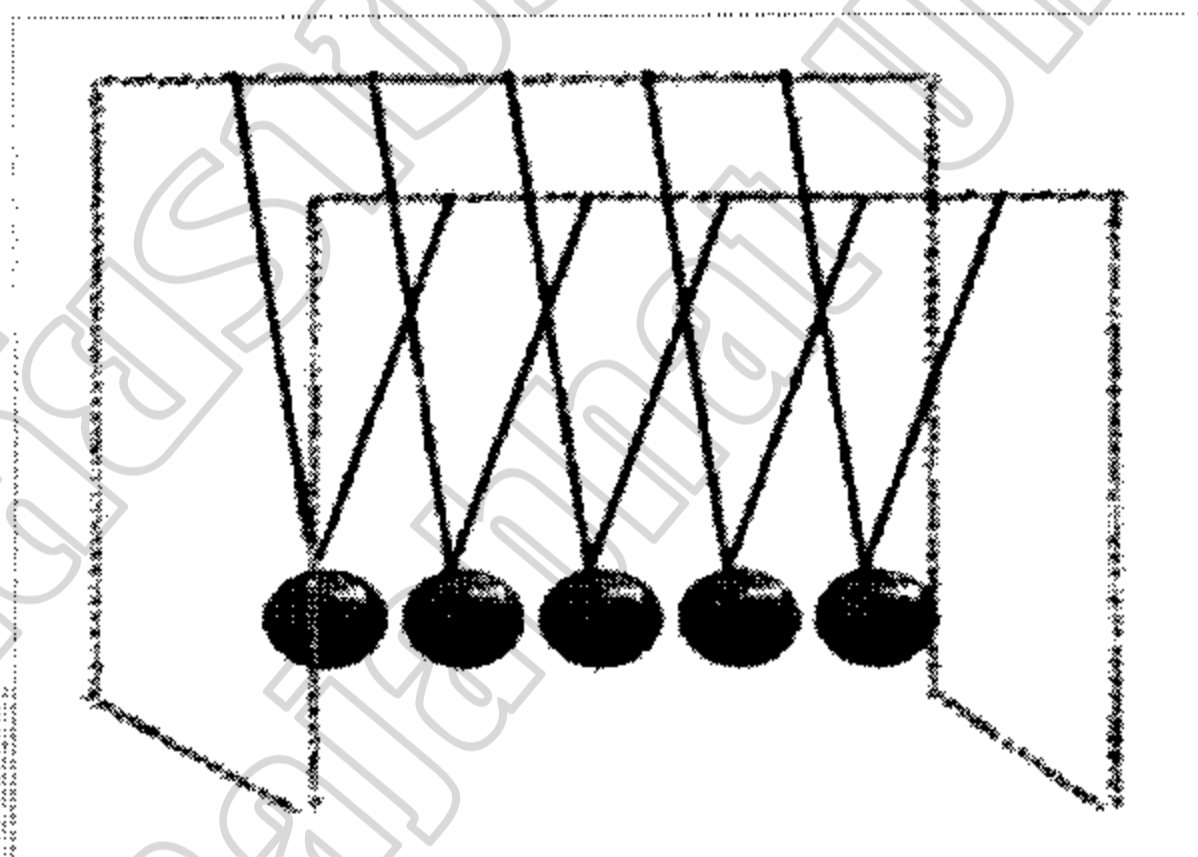


ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องอื่นต่อไป

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ชุดที่ 1 โมเมนตัม



จัดทำโดย

นางศิริรภา นกแก้ว

ตำแหน่ง คส.1

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

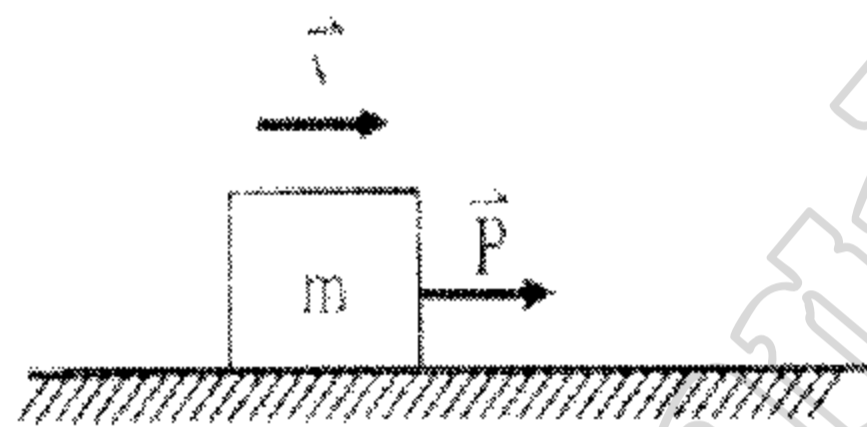
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32



## ใบความรู้ เรื่องโมเมนตัม

### โมเมนตัม

โมเมนตัม หมายถึง ปริมาณที่บอกสภาพของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งพยายามทำให้วัตถุพุ่งตัวไปข้างหน้าในทิศทางของความเร็ว เป็นปริมาณเวกเตอร์ ปริมาณโมเมนตัมหาได้จากผลคูณของมวลกับความเร็ว



$$\vec{p} = m\vec{v}$$

เมื่อ  $\vec{p}$  คือ โมเมนตัมของวัตถุ  
 $\vec{v}$  คือ ความเร็วของวัตถุ  
 $m$  คือ มวลของวัตถุ

โมเมนตัม มีหน่วยเป็น กิโลกรัม เมตรต่อวินาที (kg m/s) หรือ N.s จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ที่เรียกว่า กฎของความเฉื่อย ซึ่งอาจเขียนในรูปของโมเมนตัมได้ว่า โมเมนตัมของวัตถุคงตัวเสมอ นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น

**ตัวอย่างที่ 1** เด็กคนหนึ่งมีมวล 40 กิโลกรัม เดินด้วยความเร็ว 0.8 เมตรต่อวินาที ไปทางทิศตะวันออก จงหาโมเมนตัมของเด็กคนนี้

**วิธีทำ**

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$= 40 \times 1.2$$

$$\vec{p} = 48 \text{ kg m/s ไปทางทิศตะวันออก}$$

**ตัวอย่างที่ 2** สุนัขลูกบอลมวล 1 กิโลกรัม ลงในแนวตั้งด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที วัตถุจะมีโมเมนตัมเท่าใด

**วิธีทำ** จาก  $v = u + at$  แทนค่า  $\vec{p} = m\vec{v}$

$$= 20 + (10)(4) = 1(60)$$

$$v = 60 \text{ m/s (ทิศลง)} \quad \vec{p} = 60 \text{ kg m/s (ทิศลง)}$$

<b>ใบกิจกรรมที่ 1</b>	
<b>การทดลอง เรื่องโมเมนต์</b>	<b>10 คะแนน</b>
กลุ่มที่ .....	
1. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
2. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
3. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
4. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
5. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....	
<b>จุดประสงค์</b>	
1. เพื่อกำหนดนิยามของ โมเมนต์ได้	
2. เพื่อบอกความสัมพันธ์ของแรงที่ใช้หุตุวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ได้	
<b>วัสดุอุปกรณ์</b>	
1. ดุลทราย 500 กรัม จำนวน 2 ดุล	
2. ไม้เมตร จำนวน 1 อัน	
<b>วิธีการทดลอง</b>	
<b>ตอนที่ 1 ศึกษาความสูงที่แตกต่างกันและแรงที่รับดุลทราย</b>	
1. ใช้มือขวาถือดุลทราย 1 ดุล อยู่เหนือมือซ้ายในแนวตั้ง 20 เซนติเมตร แล้วปล่อยดุลทรายให้ตกลงมาแบบเสรีบนมือซ้าย โดยที่มือซ้ายรับดุลทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือ โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่	
2. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 โดยให้ระดับมือขวาสูงกว่ามือซ้าย 50 เซนติเมตร	
3. เปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายรับดุลทรายในแต่ละครั้ง บันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม	
<b>ตอนที่ 2 ศึกษาจำนวนดุลทรายที่แตกต่างกันและแรงที่รับดุลทราย</b>	
1. ใช้มือขวาปล่อยดุลทราย 1 ดุล จากระดับที่อยู่เหนือมือซ้ายในแนวตั้งประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้ดุลทรายตกแบบเสรีบนมือซ้าย ใช้มือซ้ายรับดุลทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือ โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่	
2. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เพิ่มดุลทรายเป็น 2 ดุล มัดติดกัน	
3. เปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายรับดุลทรายเพื่อไม่ให้ดุลทรายเคลื่อนที่ ในแต่ละครั้ง	

**บันทึกผลการทำกิจกรรม****ตอนที่ 1 ศึกษาความสูงที่แตกต่างกันและแรงที่รับอุทกราย**

.....

.....

.....

.....

.....

**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 2 ศึกษาจำนวนอุทกรายที่แตกต่างกันและแรงที่รับอุทกราย**

.....

.....

.....

.....

.....

**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถามท้ายกิจกรรม****ตอนที่ 1**

1. ในการออกแรงของมือซ้ายทั้งสองกรณี แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

**ตอบ** .....

.....

2. ความเร็วของอุทราขณะตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณี แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

**ตอบ** .....

.....

3. ความเร็วของอุทราทั้งสองกรณี เกี่ยวข้องกับการออกแรงรับอุทราหรือไม่ อย่างไร

**ตอบ** .....

.....

**ตอนที่ 2**

1. ในการออกแรงของมือซ้ายทั้งสองกรณี แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

**ตอบ** .....

.....

2. ความเร็วของอุทราขณะตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณี แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร


**ตอบ** .....

.....

3. ความเร็วของอุทราทั้งสองกรณี เกี่ยวข้องกับการออกแรงรับอุทราหรือไม่ อย่างไร

**ตอบ** .....

.....

<b>ใบกิจกรรมที่ 2</b> <b>ตอบปัญหาระหว่างเรียน</b>	<b>จำนวน 5 ข้อ</b> <b>5 คะแนน</b>	<b>เต็ม 5 คะแนน</b>
<div style="display: flex; align-items: center;">  <p><b>คำสั่ง</b>    <b>จงตอบคำถามและแสดงวิธีทำ</b></p> </div>		
<p>1. โมเมนตัม หมายถึง อะไร</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>2. จงเขียนสูตรสมการเรื่อง โมเมนตัม</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>3. เด็กคนหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม วิ่งตามถนนเส้นตรงความเร็ว 0.10 เมตร/วินาที ไปทางทิศเหนือ จงหาโมเมนตัมของเด็กคนนี้</p> <p><u>ตอบ</u> ..... kg m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>4. รถยนต์คันหนึ่งมีมวล <math>3.0 \times 10^4</math> กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไปทางทิศตะวันออก จงหา โมเมนตัม ของรถยนต์</p> <p><u>ตอบ</u> ..... kg m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>5. สมชายปล่อยลูกบอลมวล 400 กรัม จากจุดที่อยู่สูงจากพื้น 20 เมตร เมื่อลูกบอลกระทบพื้น จะมีโมเมนตัมเท่าไร</p> <p><u>ตอบ</u> ..... kg m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		



<b>ใบกิจกรรมที่ 3</b> <b>แผนผังมโนทัศน์</b> <b>(Concept Mapping)</b>	<b>จำนวน 1 ข้อ</b> <b>5 คะแนน</b>	<b>เต็ม 5 คะแนน</b>
<div data-bbox="411 724 632 928" style="display: inline-block; border: 2px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <b>คำสั่ง</b> </div> <b>นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับโมเมนต์ เป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)</b>		

**แบบทดสอบ**  
**เรื่องโมเมนตัม**

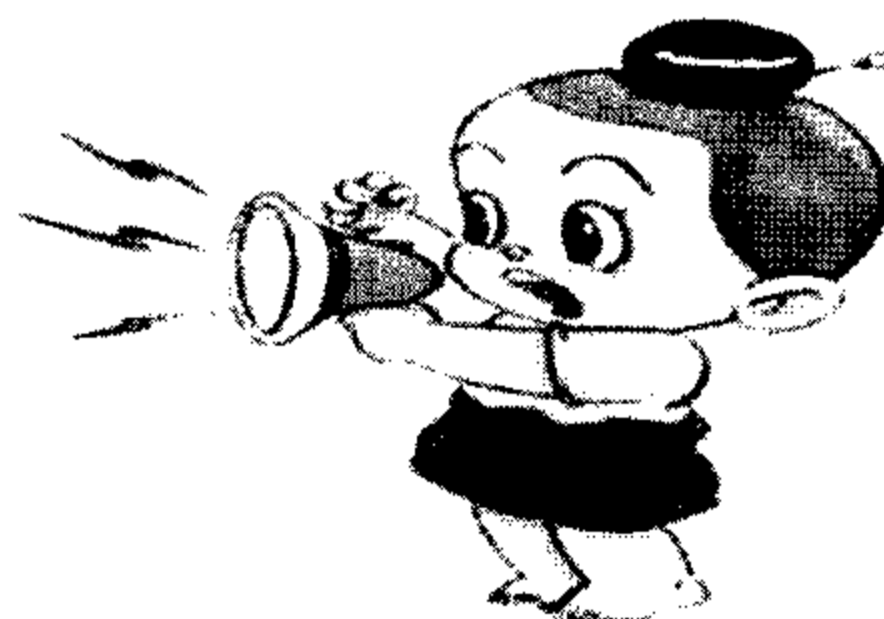


**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. ให้กากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดเป็นความหมายของโมเมนตัม	
ก. ผลคูณระหว่างน้ำหนักกับความเร่ง	ข. ผลคูณระหว่างมวลกับความเร็ว
ค. ผลคูณระหว่างมวลกับความเร่ง	ง. ผลคูณระหว่างน้ำหนักกับมวล
2. ข้อใดต่อไปนี้ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โมเมนตัม	
ก. ดอกไม้ที่ลอยไปตามลม	ข. ละอองน้ำในอากาศหลังฝนตก
ค. วัตถุที่มีความเร็วคงตัว	ง. การโยนและรับห่วงยาง
3. รถบรรทุกชนิดเดียวกันและมีขนาดเท่ากับสองคัน คันแรกบรรทุกสินค้าจนเต็ม คันที่สองไม่มีสินค้า รถทั้งสองแล่นด้วยความเร็วเท่ากัน ข้อใดถูกต้อง	
ก. รถคันแรกมีโมเมนตัมมากกว่ารถคันที่สอง	ข. รถคันที่สองมีโมเมนตัมมากกว่ารถคันแรก
ค. รถทั้งสองคันมีโมเมนตัมเท่ากัน	ง. รถทั้งสองคัน ไม่มีโมเมนตัมเกิดขึ้น
4. ข้อใด <u>ไม่ถูกต้อง</u> เกี่ยวกับ โมเมนตัม	
ก. เป็นปริมาณเวกเตอร์	ข. จะคงที่เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำเป็นศูนย์
ค. มวลใหญ่จะมีโมเมนตัมมากกว่ามวลเล็ก	ง. จะคงที่เมื่อความเร็วคงที่
5. เมื่อเราขว้างวัตถุขึ้นไปในอากาศในแนวตั้งแล้ววัตถุตกลงมา ณ จุดขว้าง ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง	
ก. ที่ระดับเดียวกันขนาดโมเมนตัมเท่ากัน	ข. กำลังในการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีคงที่เสมอ
ค. ขณะเคลื่อนที่ขึ้นและลงความเร่งเท่ากัน	ง. ถูกทุกข้อ

6. การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ปริมาณใดของวัตถุที่ไม่เป็นศูนย์	
ก. การคล	ข. แรงลัพธ์
ค. โมเมนตัม	ง. งานที่วัตถุได้รับ
7. วัตถุหนึ่งมีมวล 4 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ 12 เมตร/วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าไร	
ก. 3 kg. m/s ทิศเหนือ	ข. 12 kg. m/s ทิศใต้
ค. 20 kg. m/s ทิศเหนือ	ง. 48 kg. m/s ทิศใต้
8. นักแข่งจักรยานหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม จีจักรยานมวล 20 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 10.8 กิโลเมตร/ ชั่วโมง จะมีโมเมนตัมเท่าไร	
ก. 90 kg.m/s	ข. 180 kg.m/s
ค. 240 kg.m/s	ง. 310 kg.m/s
9. โดโน่ปล่อยก้อนหินมวล 200 กรัม จากหน้าต่างที่อยู่สูงจากพื้น 5 เมตร เมื่อก้อนหินกระทบพื้นจะมีโมเมนตัมเท่าไร	
ก. 2 kg.m/s	ข. 4 kg.m/s
ค. 6 kg.m/s	ง. 8 kg.m/s
10. สัมโอยนลูกบอลมวล 300 กรัม ขึ้นไปในแนวตั้ง ด้วยความเร็วต้น 50 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที วัตถุจะมีโมเมนตัมเท่าไร	
ก. 5 kg.m/s	ข. 7 kg.m/s
ค. 9 kg.m/s	ง. 11 kg.m/s



### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1

แรงที่ใช้รับดูทรายที่ความสูง 50 เซนติเมตร มีค่ามากกว่า ความสูง 20 เซนติเมตร

ตอนที่ 2

แรงที่ใช้ในการรับดูทราย 3 ถุง มากกว่า 2 ถุง และ 1 ถุง

ดังนั้น การทำให้วัตถุหยุดเคลื่อนที่จะต้องใช้แรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น

คำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. แรงที่ใช้รับดูทรายจากระดับที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับดูทรายจากระดับที่ต่ำกว่า
2. ความเร็วของดูทรายจากระดับที่สูงกว่าจะมีความเร็วมากกว่าความเร็วของดูทรายจากระดับที่ต่ำกว่า
3. แรงที่ใช้รับดูทรายที่มีความเร็ว น้อย จะน้อยกว่าแรงที่ใช้รับดูทรายที่มีความเร็วมากกว่า

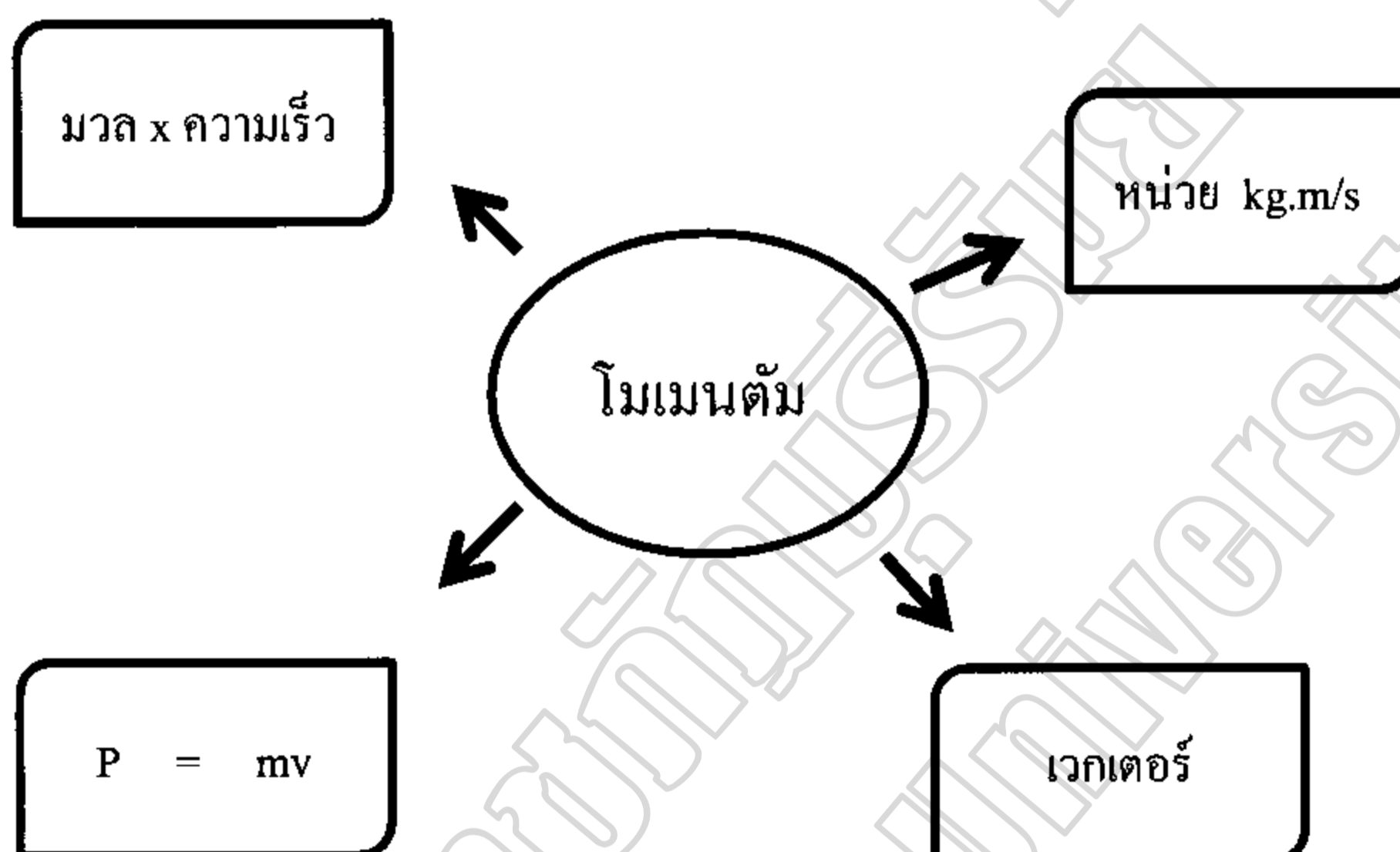
ตอนที่ 2

1. แรงที่ใช้รับดูทรายที่มีมวลมากกว่าจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับดูทรายที่มีมวลน้อยกว่า
2. ไม่แตกต่างกัน
3. ดูทรายที่มีมวลมากแรงที่ใช้รับจะมากกว่าดูทรายที่มีมวลน้อย

### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2

1. ปริมาณที่บอกสภาพของการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งพยายามทำให้วัตถุพุ่งตัวไปข้างหน้าในทิศทางของความเร็ว
2.  $\bar{p} = m\bar{v}$
3. 5 kg.m/s
4.  $6.0 \times 10^5$  kg.m/s
5. 8 kg.m/s

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 3



เฉลย แบบทดสอบ

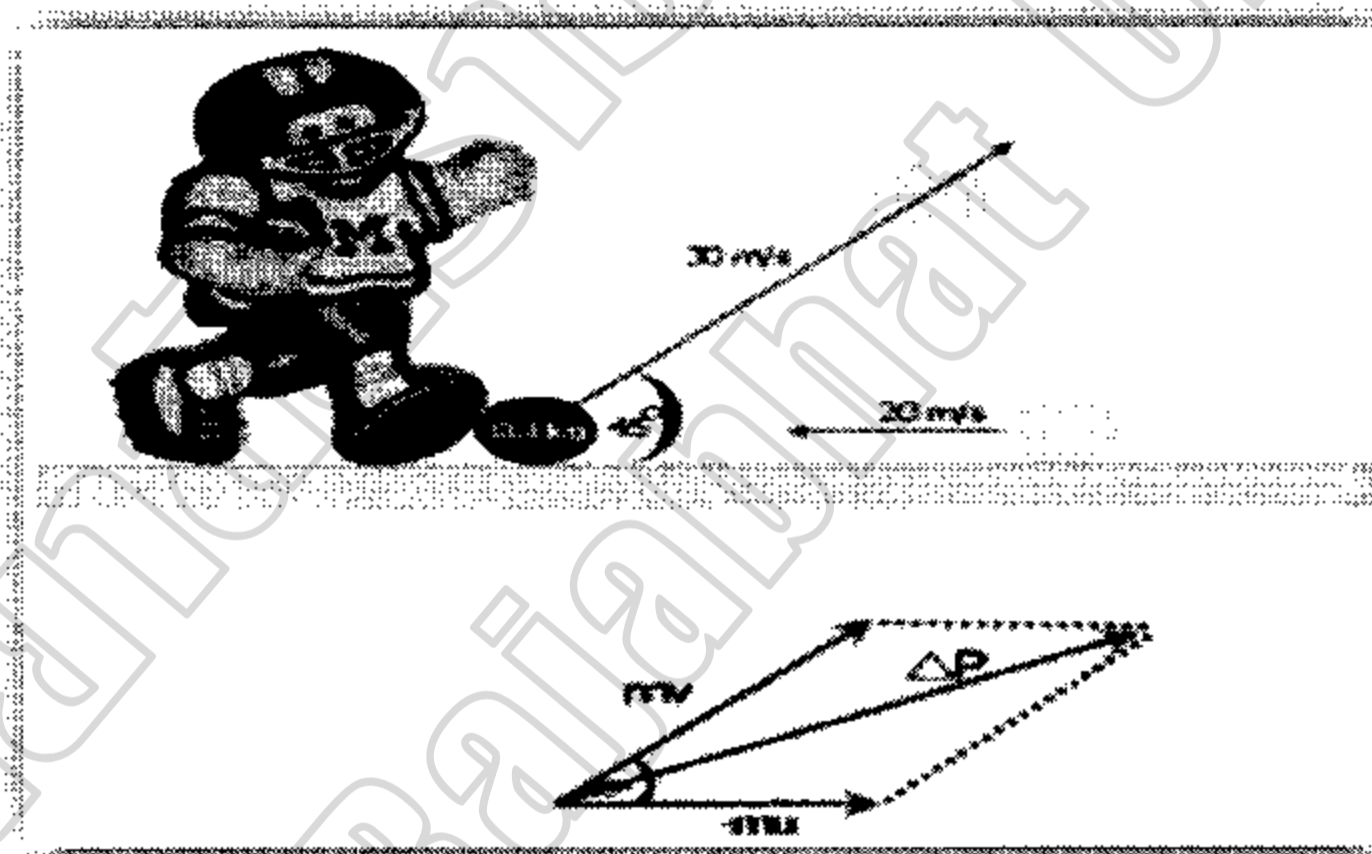
ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ง	6	ค
2	ค	7	ง
3	ก	8	ค
4	ค	9	ก
5	ก	10	ค

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ชุดที่ 2

แรงและการเปลี่ยนแปลง โมเมนตัม



จัดทำโดย

นางศิริรินภา นกแก้ว

ตำแหน่ง คศ.1

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32

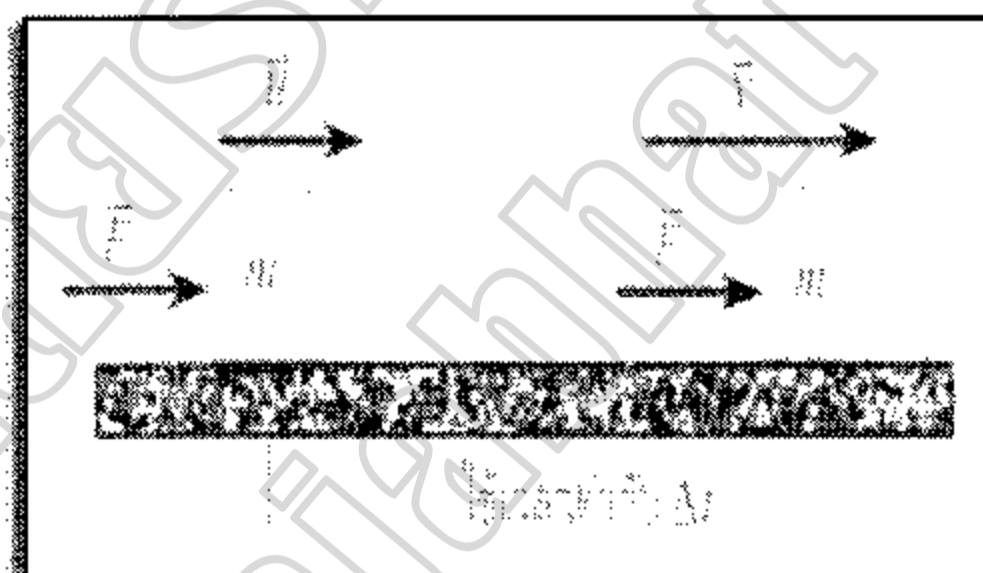


## ใบความรู้ เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

### แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

จากการศึกษาที่ผ่านมา เราทราบว่าวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมเมื่อมีความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป โมเมนตัมของวัตถุนั้นก็จะเปลี่ยนไปด้วย อะไรที่เป็นสาเหตุทำให้มีโมเมนตัมเปลี่ยนไป ในการเตะฟุตบอลซึ่งเดิมหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ ถ้าเราออกแรงมากจะทำให้ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วมาก แต่ถ้าออกแรงน้อยลูกฟุตบอลก็จะเคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็ว น้อย แสดงว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

พิจารณาวัตถุมวล  $m$  บนพื้นที่ไม่มีความเสียดทานกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $u$  มีแรงคงตัว  $\vec{F}$  กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา  $\Delta t$  ทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนเป็น  $v$  ดังรูป



จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\begin{aligned} \vec{F} &= m\vec{a} \\ \text{โดยที่} \quad \vec{a} &= \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t} \\ \vec{F} &= \frac{m(\vec{v} - \vec{u})}{\Delta t} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$$

$\vec{F}$  คือ แรงลัพธ์คงตัวที่กระทำต่อวัตถุมวล  $m$

$m\vec{u}$  คือ โมเมนตัมของวัตถุก่อนถูกแรงกระทำ

$m\vec{v}$  คือ โมเมนตัมของวัตถุหลังถูกแรงกระทำ

$m\vec{v} - m\vec{u}$  คือ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา  $\Delta t$

อาจเขียนย่อว่า  $\Delta\vec{P}$



## ใบความรู้ เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

ดังนั้น

$$\bar{F} = \frac{\Delta \bar{P}}{\Delta t}$$

สรุปได้ว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ  
ขณะนั้นทั้งขนาดและทิศทาง

ดังนั้น กฎการเคลื่อนที่ข้อสองของนิวตัน อาจกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำ  
ต่อวัตถุใดเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลง โมเมนตัมของวัตถุนั้น

ตัวอย่างที่ 1 เครื่องยนต์ของรถที่มีมวล 1.5 ตันจะทำให้แรงที่พื้นกระทำต่อล้อมีค่าเท่าใด เพื่อทำ  
ให้รถเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งไปในแนวตรงจนมีความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในเวลา 10 วินาที

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

$$m = 1.5 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\bar{u} = 0 \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = 72 \text{ km/h}$$

$$= \frac{72 \times 10^3}{3600}$$

$$\text{แทนค่า } \bar{F} = \frac{\Delta \bar{P}}{\Delta t}$$

$$= \frac{m\bar{v} - m\bar{u}}{\Delta t}$$

$$= \frac{(1.5 \times 10^3)(20) - (1.5 \times 10^3)(0)}{10}$$

$$= 3.0 \times 10^3 \text{ kg m/s}^2$$

$$\bar{F} = 3000 \text{ N}$$

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน แรงลัพธ์ที่ไม่ได้เป็นศูนย์ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพ  
การเคลื่อนที่ กล่าวได้ว่า แรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ ซึ่งจะ  
ให้ความหมายของกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันชัดเจนขึ้น

ในการขับรถไม่ควรขับรถด้วยความเร็วสูง เพราะจะทำให้โมเมนตัมของรถสูงมากเมื่อเกิด  
อุบัติเหตุรถชนกันจะมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมทำให้เกิดแรงกระทบที่มีค่ามากความเสียหายก็จะ  
มากตามไปด้วย



<b>ใบกิจกรรมที่ 1</b>	
<b>การทดลอง เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม</b>	<b>10 คะแนน</b>
กลุ่มที่ .....	
1. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
2. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
3. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
4. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
5. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....	
<b>จุดประสงค์</b>	
เพื่อศึกษาผลของแรงต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ	
<b>วัสดุอุปกรณ์</b>	
ลูกบอล จำนวน 1 ลูก	
<b>วิธีการทดลอง</b>	
<b>ตอนที่ 1 ศึกษาแรงและระยะของลูกบอล</b>	
1. นักเรียนวางลูกบอลที่พื้นสนามแล้วออกแรงเตะเบาๆ สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกบอล	
2. ทำตามข้อที่ 1 แต่เปลี่ยนแรงเตะให้มากขึ้น	
3. เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของลูกบอล	
<b>ตอนที่ 2 ศึกษาแรงที่กระทำ และแรงรับที่กระทำกับลูกบอล</b>	
1. นักเรียนจำนวน 2 คนอยู่ห่างกัน 5 เมตร คนแรกเป็นคนเตะลูกบอล คนที่ 2 เป็นคนรับลูกบอล	
2. ออกแรงเตะลูกบอลเบาๆ ให้เพื่อนใช้มือรับ สังเกตแรงที่ใช้รับลูกบอล	
3. ทำเหมือนข้อที่ 2 ออกแรงเตะลูกบอลมากขึ้น ให้เพื่อนใช้มือรับ สังเกตแรงที่ใช้รับลูกบอล	
4. เปรียบเทียบแรงที่ใช้ในการรับลูกบอล บันทึกผลการทดลอง	

**บันทึกผลการทดลอง****ตอนที่ 1 ศึกษาแรงและระยะของลูกบอล**

.....

.....

.....

**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**ตอนที่ 2 ศึกษาแรงที่กระทำ และแรงรับที่กระทำกับลูกบอล**

.....

.....

.....

.....

**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**คำถามท้ายกิจกรรม**

1. ความเร็วของลูกบอลเมื่อออกแรงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

**ตอบ** .....

.....

.....


.....


2. แรงที่ใช้รับลูกบอลที่ออกแรงแตกต่างกันเท่ากันหรือไม่อย่างไร

**ตอบ** .....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 ตอบปัญหา	จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน	เต็ม 5 คะแนน
<div style="display: flex; align-items: center;">  <p><b>คำสั่ง</b> จงตอบคำถามและแสดงวิธีทำ</p> </div>		
<p>1. จงยกตัวอย่างสถานการณ์ของแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>2. จงเขียนสูตรสมการแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>3. ก้อนหินมวล 2 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6 m/s ต้องใช้แรงขนาดเท่าใด จึงจะสามารถหยุดก้อนหินนี้ได้ในช่วงเวลา <math>5 \times 10^{-3}</math> s</p> <p><u>ตอบ</u> ..... N</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>4. นักกีฬาเตะลูกบอลมวล 100 g อัดกำแพงแล้ว ลูกบอลสะท้อนสวนออกมาด้วยอัตราเร็ว 5 m/s ซึ่งเท่ากับอัตราเร็วเดิม ถ้าแรงกำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็น 40 N ลูกบอลกระทบกำแพงอยู่นานเท่าใด</p> <p><u>ตอบ</u> ..... s</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>3. ลูกขี้เหล็กมวล 100 g ทำให้ลูกขี้เหล็กมีความเร็ว 8 m/s ถ้าช่วงเวลาที่ไม่ควรถับลูกขี้เหล็กเป็น 0.01 s จงหาแรงเฉลี่ย</p> <p><u>ตอบ</u> ..... N</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

<b>ใบกิจกรรมที่ 3</b> <b>แผนผังมโนทัศน์</b> <b>(Concept Mapping)</b>	<b>จำนวน 1 ข้อ</b> <b>5 คะแนน</b>	<b>เต็ม 5 คะแนน</b>
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;">  <p><b>คำสั่ง</b></p> </div> <div> <p>นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เป็นแผนผัง มโนทัศน์ (Concept Mapping)</p> </div> </div>		

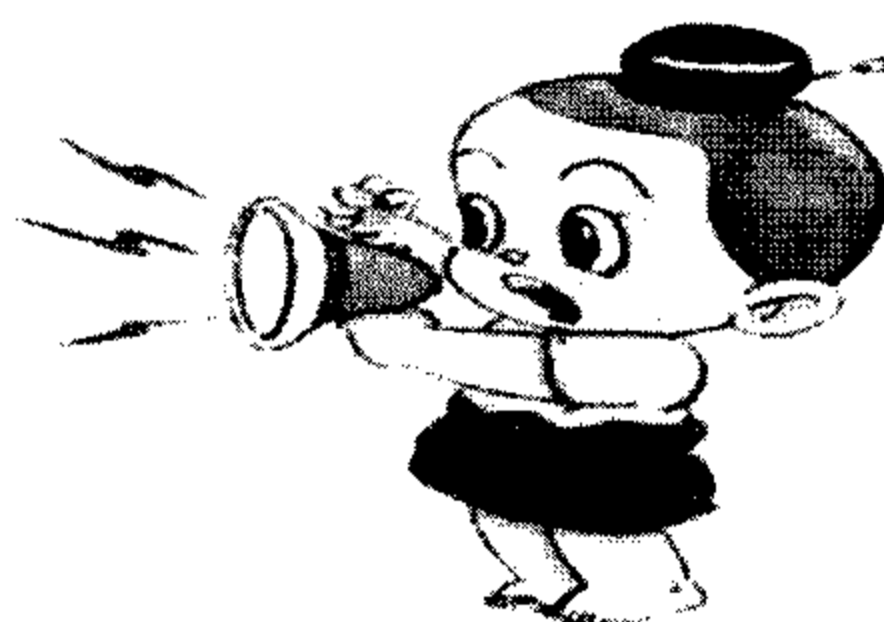
**แบบทดสอบ**  
**เรื่องแรงและเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. ให้กากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ปริมาณใดของวัตถุที่ไม่เป็นศูนย์	
ก. การคล	ข. แรงลัพธ์
ค. โมเมนตัม	ง. งานที่วัตถุได้รับ
2. เมื่อความเร็วของวัตถุเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า จะได้ว่า	
ก. ความเร่งของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า	ข. โมเมนตัมของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
ค. พลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า	ง. พลังงานศักย์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
3. “ เวลากระ โดตกลงจากที่สูง เมื่อเท้าถึงพื้นเรามากจะย่อเข้า เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้เกิดอาการบาดเจ็บที่เท้า ” ข้อใดเป็นเหตุผลทางฟิสิกส์ ของคำกล่าวนี้	
ก. การย่อเข้าทำให้โมเมนตัมลดลง จึงเกิดแรงที่เท้าน้อย	
ข. การย่อเข้าทำให้เวลาที่เท้ากระทำต่อพื้นนานขึ้น ทำให้เกิดแรงที่เท้าน้อยลง	
ค. การย่อเข้าทำให้เวลาที่เท้ากระทำต่อพื้นน้อยลง ทำให้เกิดแรงที่เท้าน้อยลง	
ง. การย่อเข้าทำให้ความสูงที่กระ โดตกลงมาเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดแรงที่เท้าน้อยลง	
4. ถ้าใช้แรงที่คงที่ไปดันเพื่อให้วัตถุหยุดในเวลา $t$ ปริมาณที่เกี่ยวข้องมากที่สุดในการที่จะทำให้วัตถุหยุดได้	
ก. ความเร็วของวัตถุ	ข. มวลของวัตถุ
ค. ขนาดของวัตถุ	ง. โมเมนตัมของวัตถุ
5. แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมสัมพันธ์กับกฎข้อใดของนิวตัน	
ก. ข้อที่ 1	ข. ข้อที่ 2
ค. ข้อที่ 3	ง. ถูกทุกข้อ

6. ปล่อยวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ลงในแนวตั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด	
ก. 10 kg m/s	ข. 20 kg m/s
ค. 30 kg m/s	ง. 40 kg m/s
7. โด่งปาววัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม ขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 3 วินาที จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป	
ก. 10 kg m/s (ทิศขึ้น)	ข. 15 kg m/s (ทิศลง)
ค. 30 kg m/s (ทิศขึ้น)	ง. 55 kg m/s (ทิศลง)
8. นักฟุตบอลเตะลูกบอลที่มีมวล 0.5 kg ซึ่งวางอยู่นิ่ง ด้วยแรง 100 N เวลาขณะเท้ากระทบลูกบอลเพียง 0.2 s ลูกบอลจะเคลื่อนที่จากปลายเท้าด้วยความเร็วเท่าใด	
ก. 10 m/s	ข. 20 m/s
ค. 30 m/s	ง. 40 m/s
9. ลูกปืนมวล 10 g ถูกยิงออกจากปืนด้วยความเร็ว 1,500 m/s ตามกฎทรงโมเมนตัมปืนจะเคลื่อนที่ตรงข้ามกับลูกปืน ถ้าวางเราจะต้องออกแรงเฉลี่ยเท่าไรจึงบังคับให้ปืนหยุดในเวลา 0.1 s	
ก. 15 N	ข. 50 N
ค. 75 N	ง. 150 N
10. นักกีฬาเตะลูกบอลมวล 200 g อัดกำแพงแล้ว ลูกบอลสะท้อนสวนออกมาด้วยความเร็ว 5 m/s ซึ่งเท่ากับอัตราเร็วเดิม ถ้าแรงกำแพงกระทำต่อ ลูกบอลเป็น 40 N ลูกบอลกระทบกำแพงอยู่นานเท่าใด	
ก. 0.1 s	ข. 0.3 s
ค. 0.5 s	ง. 0.7 s



## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1

เตะลูกฟุตบอลแรงมาก จะได้ระยะทางที่ไกลกว่า เเตะลูกฟุตบอลแรงน้อย

ตอนที่ 2

เตะลูกฟุตบอลแรงมาก จะได้แรงที่รับมากกว่า เเตะลูกฟุตบอลแรงน้อย

ดังนั้น วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป โมเมนตัมของวัตถุนั้น ก็จะเปลี่ยนไปด้วย

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ต่างกัน แรงมากความเร็วของลูกบอลจะมาก และ แรงน้อยความเร็วของลูกบอลก็จะน้อย
2. ต่างกัน มวลมากแรงรับก็มาก มวลน้อยแรงรับก็น้อย

## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2

1. การเตะลูกฟุตบอล การตีวอลเลย์บอล การเตะตระกร้อ ฯลฯ

$$2. \quad \bar{F} = \frac{m\bar{v} - m\bar{u}}{\Delta t}$$

$$\bar{F} = \frac{\Delta \bar{P}}{\Delta t}$$

3. 2400 N

4. 0.25 s

5. 80 N

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 3

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$$

หน่วย N



$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

สัญลักษณ์  
-

เฉลย แบบทดสอบ

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



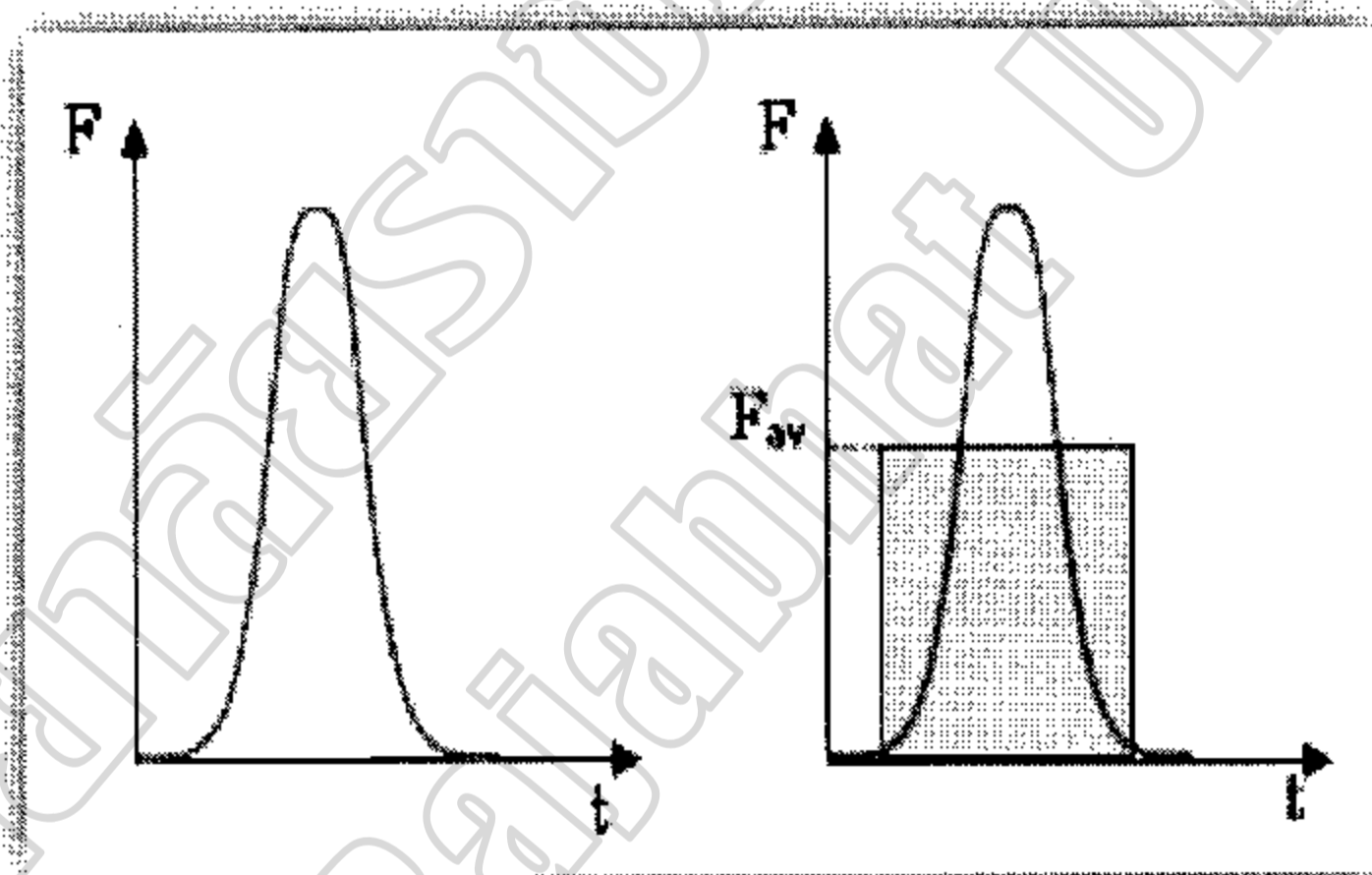
# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง โมเมนต์และการชน

ชุดที่ 3

การตลและแรง



จัดทำโดย

นางศิริรินภา นกแก้ว

ตำแหน่ง คศ.1

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32



## ใบความรู้ เรื่องการดลและแรงดล

### การดลและแรงดล

**การดล (Impulse  $F \cdot \Delta t$ )** คือ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาสั้นๆ  
มีหน่วยเป็น (kg m/s) หรือ N.s

$$I = m\vec{v} - m\vec{u}$$

$$I = m(\vec{v} - \vec{u})$$

แต่จากสูตร

$$\vec{F}t = m(\vec{v} - \vec{u})$$

$$I = F \cdot \Delta t$$

**แรงดล (Impulsive Force)** คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ

$$\vec{F}t = m(\vec{v} - \vec{u})$$

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$$

แรงดล มีหน่วยเป็นนิวตัน กระทำในช่วงเวลาสั้นๆ และแรงดลเป็นแรงเฉลี่ยเสมอ

หมายเหตุ

1. ถ้าเขียนกราฟระหว่าง  $F$  กับ  $t$  จะได้ว่า การดล = พื้นที่ใต้กราฟ  $F$  กับ  $t$
2. หาจาก  $Ft$
3. หาจากการเปลี่ยนแปลงไปของโมเมนตัม

**ตัวอย่างที่ 1** ลูกบอลมวล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3.5 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ แล้วสะท้อนกลับ ด้วยความเร็ว 2.5 เมตรต่อวินาที จงหาการดลที่กระทำต่อลูกบอล

วิธีทำ

$$\vec{I} = m\vec{v} - m\vec{u}$$

$$= (0.4)(2.5) - (0.4)(-3.5)$$

$$\vec{I} = 2.4 \text{ kg m/s}$$



## ใบความรู้ เรื่องการตลและแรงตล

**ตัวอย่างที่ 2** ประพันธ์ยิงกระสุนปืนมวล 0.005 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้ากระทบแท่งไม้ที่ยึดแน่นกับพื้น ขณะเริ่มกระทบเนื้อไม้กระสุนปืนมีอัตราเร็ว 400 เมตรต่อวินาที และสามารถทะลุเข้าไปในเนื้อไม้เป็นระยะ 0.1 เมตร ถ้าแรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทบต่อกระสุนปืนมีค่าคงตัว จงคำนวณหา

ก. การตลที่เนื้อไม้กระทบต่อกระสุนปืน

**วิธีทำ**  $I = m\bar{v} - m\bar{u} = (0.005)(0) - (0.005)(400) = 2 \text{ kg m/s}$

ข. เวลาที่กระสุนปืนเคลื่อนที่ในเนื้อไม้

**วิธีทำ**

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

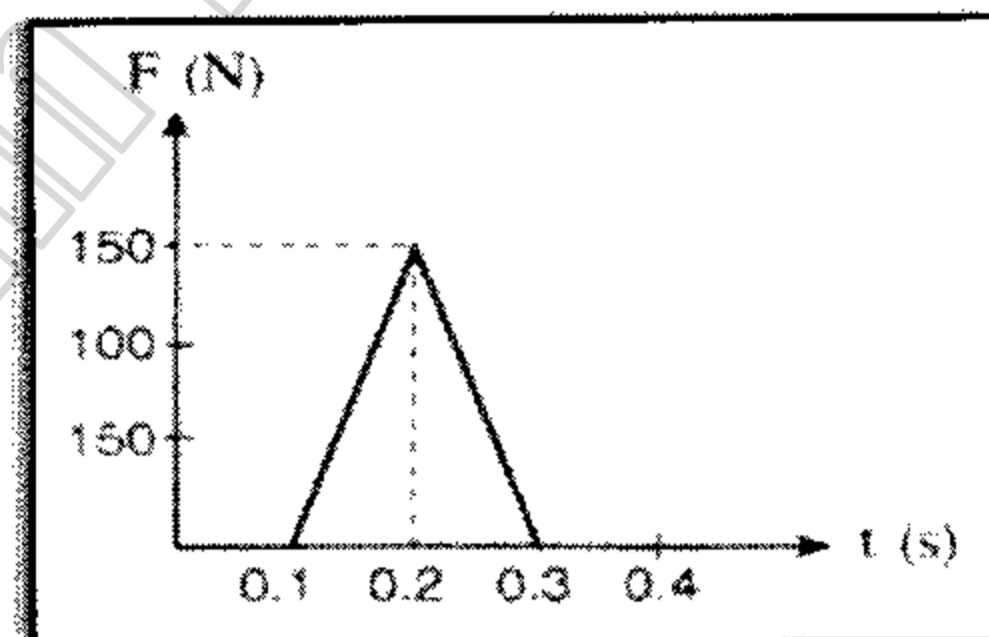
$$0.1 = \left(\frac{400+0}{2}\right)t$$

$$t = 5.0 \times 10^{-4} \text{ s}$$

ค. แรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทบต่อกระสุนปืน

**วิธีทำ**  $\bar{F} = \frac{I}{t} = \frac{2}{5.0 \times 10^{-4}} = 4.0 \times 10^3 \text{ N}$

**ตัวอย่างที่ 3** วัตถุอันหนึ่งถูกแรงกระทบ มีความสัมพันธ์กับเวลา ดังกราฟ จงหาการตล



**วิธีทำ**

$$\Delta P = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.2 \times 150$$

$$\Delta P = 15 \text{ N.s}$$

<b>ใบกิจกรรมที่ 1</b>	
<b>การทดลอง เรื่องการคลและแรงคล</b>	<b>10 คะแนน</b>
กลุ่มที่ .....	
1. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
2. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
3. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
4. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
5. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....	
<b>จุดประสงค์</b>	
1. อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงกระทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้ เรียกว่า การคล	
2. แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดการคล	
3. บอกได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เรียกว่า แรงคล และหาแรงคล จากสูตรที่กำหนดให้	
4. หาการคลและแรงคลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้	
<b>วัสดุอุปกรณ์</b>	
1. ไม้บรรทัด	
2. ไข่ไก่	
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก	
4. ฟองน้ำ	
<b>วิธีการทดลอง</b>	
1. เตรียมไข่ไก่ที่มีมวลเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน จำนวน 2 ฟอง	
2. วัดความสูงของตำแหน่งที่จะปล่อยไข่ไก่จากพื้นเป็นระยะ 50 เซนติเมตร	
3. ไข่ไก่ใบที่ 1 ปล่อยบนพื้นแข็ง (อาจจะใช้กระดาษหนังสือพิมพ์รองเพื่อป้องกันพื้นไม้ให้สกปรก) ใบที่ 2 ปล่อยลงพื้นฟองน้ำ	
4. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของไข่ไก่ และช่วงเวลาที่ไข่ใช้จนกระทั่งหยุดนิ่ง บันทึกผลการทดลอง	
5. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง	

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะพื้น	ผลการทดลอง				ช่วงเวลาที่ไข ที่ใช้ในการ เพื่อหยุดนิ่ง
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	สรุป	
พื้นแข็ง					
พื้นพองน้ำ					

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ความเร็วของไขขณะตกกระทบพองน้ำและตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

2. ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไขตกกระทบพองน้ำและตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

3. โมเมนต์ที่เปลี่ยนไปของไขทั้งสองเมื่อตกกระทบพองน้ำกับพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ .....

.....

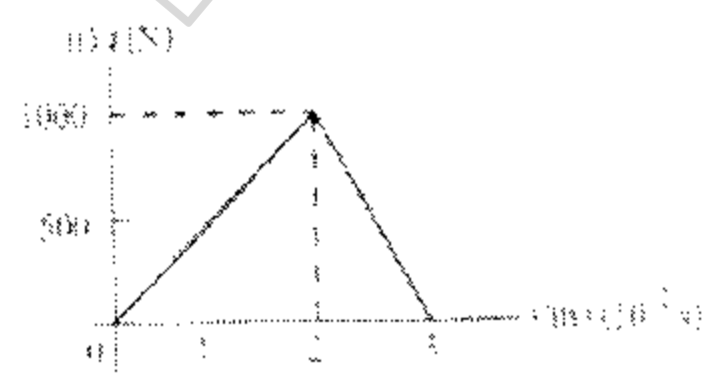
.....


4. ช่วงเวลาที่ไขเปลี่ยนความเร็วขณะตกกระทบพองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไขกระทบพื้นหยุดนิ่งหรือไม่

ตอบ .....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 ตอบปัญหา	จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน	เต็ม 5 คะแนน
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">คำสั่ง</p> </div> <p>จงแสดงวิธีทำ</p> </div>		
<p>1. จงอธิบายความหมายของการคล</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>2. จงอธิบายความหมายของแรงคล</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>3. ชีโก้เตะลูกบอลมวล 0.5 kg ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 20 m/s เข้าชนฝาผนังในแนวตั้งฉาก แล้วสะท้อนกลับออกมาในแนวเดิมด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที เท่ากัน ถ้าลูกบอลกระทบฝาผนังนาน 0.05 วินาที จงหาการคล</p> <p><u>ตอบ</u> ..... kg m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>4. จากข้อที่ 3 จงหาแรงเฉลี่ยฝาผนังกระทำต่อลูกบอล</p> <p><u>ตอบ</u> ..... N</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>5. ลูกบอลมวล 0.5 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s ในแนวระดับ แล้วถูกตีสวนด้วยไม้กราฟระหว่างแรงกับเวลาในขณะกระทบกันแสดง ดังรูป ความเร็วหลังถูกตีของลูกบอลมีค่ากี่เมตร/วินาที</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;">  </div> <div> <p><u>ตอบ</u> ..... kg m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> </div>		

<b>ใบกิจกรรมที่ 3</b> <b>แผนผังมโนทัศน์</b> <b>(Concept Mapping)</b>	<b>จำนวน 1 ข้อ</b> <b>5 คะแนน</b>	<b>เต็ม 5 คะแนน</b>
<div data-bbox="415 724 632 923" style="display: inline-block; vertical-align: middle;">  </div> <div data-bbox="653 783 1646 923" style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <b>คำสั่ง</b> นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการดลและแรงดล เป็นแผนผังมโนทัศน์  <b>(Concept Mapping)</b> </div>		

**แบบทดสอบ**  
**เรื่องการดลและแรงดล**



**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. ให้กากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดต่อไปนี้ <u>ไม่ถูกต้อง</u> กับการดล	
ก. เป็นปริมาณสเกลาร์	ข. มีหน่วยเป็น นิวตัน - วินาที
ค. ขึ้นอยู่กับแรงลัพธ์ที่กระทำกับมวล	ง. ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่แรงกระทำกับมวล
2. ไข่ตกลงบนพื้น โต้ะไข่จะแตก แต่ไข่ที่ตกลงบนฟองน้ำจะไม่แตก ตามหลักฟิสิกส์อธิบายได้อย่างไร	
ก. พื้น โต้ะแข็งกว่าฟองน้ำ	
ข. พื้น โต้ะเกิดการดลมาก ฟองน้ำเกิดการดลน้อย	
ค. แรงดลระหว่างไข่กับพื้น โต้ะมากกว่าระหว่างฟองน้ำกับไข่	
ง. พื้น โต้ะมีการดลมากกว่าฟองน้ำ	
3. การดลเป็นปริมาณอย่างเดียวกับข้อใด	
ก. แรง	ข. โมเมนตัม
ค. ความเร็วที่เปลี่ยนไป	ง. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
4. ทิ้งไข่ดิบให้กระทบผิวหน้าของฟองน้ำ กับทิ้งกระทบผิวปูนแข็งจากที่สูงเท่ากันข้อใดถูกต้อง	
ก. แรงดลเท่ากันทั้งสองกรณี	ข. ไข่แตกทั้งสองกรณี
ค. การดลเท่ากันทั้งสองกรณี	ง. ถูกทุกข้อ
5. ข้อใดหมายถึงแรงดล	
ก. อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม	ข. การดลในหนึ่งหน่วยเวลา
ค. ความเร่งในหนึ่งหน่วยเวลา	ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข
6. ลูกบอลขนาดเล็กรวม 100 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 108 กิโลเมตร/ชั่วโมง ถูกตีสวนด้วยไม้ อย่างแรง ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่กลับด้วยความเร็วเป็น 180 กิโลเมตร/ชั่วโมง การดลมีค่าเท่าใด	
ก. 2 kg.m/s	ข. 4 kg.m/s
ค. 6 kg.m/s	ง. 8 kg.m/s



7. ปล่อยลูกบอลมวล 0.2 กิโลกรัม จากระดับความสูง 1.8 เมตร หลังกระทบพื้นแล้วลูกบอลกระดอนขึ้นสูง 1.25 เมตร จงหาการเคลื่อนที่ลูกบอลได้รับเมื่อกระทบพื้น

ก. 1.2 kg.m/s

ข. 2.2 kg.m/s

ค. 3.6 kg.m/s

ง. 4.8 kg.m/s

8. ลูกเทนนิสมวล 250 กรัม เคลื่อนที่ตรงเข้าหาไม้ตีด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ถูกตีกลับออกมาด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ในทิศทางตรงกันข้าม ถ้าเวลาที่ลูกเทนนิสถูกตีเท่ากับ 0.05 วินาที ไม้ตีลูกเทนนิสกลับด้วยแรงกี่นิวตัน

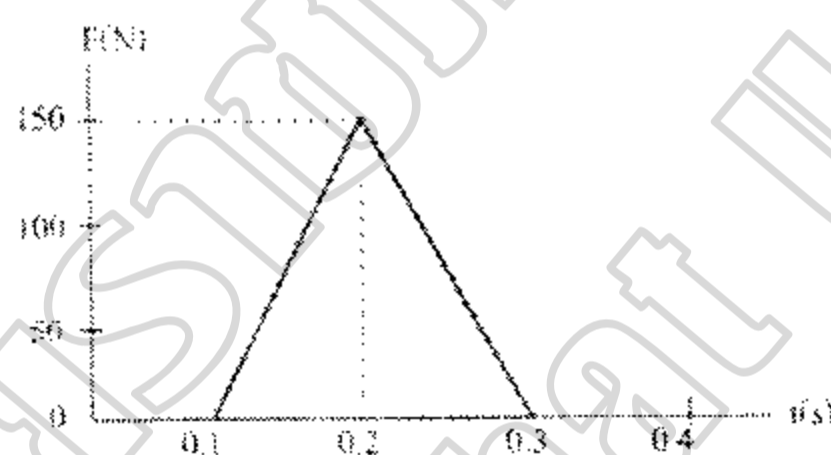
ก. 120 N

ข. 150 N

ค. 220 N

ง. 250 N

9. วัตถุหนึ่งถูกแรงกระทำได้กราฟ แรงกับเวลาดังรูป จงหาขนาดแรงกระทำเฉลี่ย



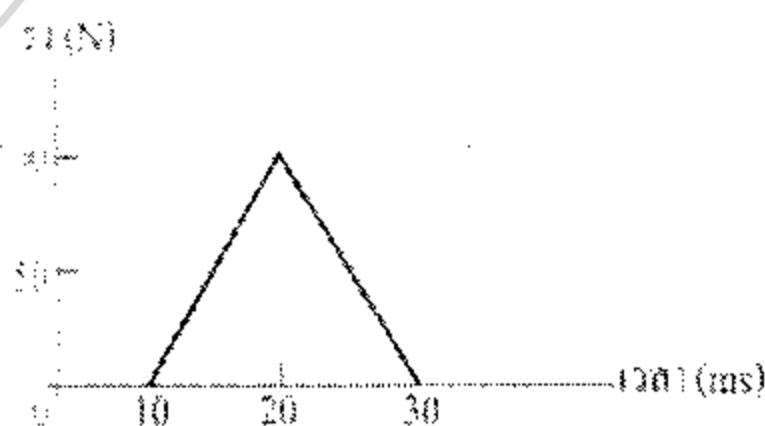
ก. 10 N

ข. 30 N

ค. 50 N

ง. 75 N

10. ลูกบอลมวล 25 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที ในแนวระดับ ชายคนหนึ่งใช้ไม้ตีลูกบอลสวนออกมาในทิศตรงข้าม แรงที่กระทำต่อลูกบอลกับเวลาที่ลูกบอลกระทบตีแทนด้วยกราฟ ดังรูป อยากทราบว่าลูกบอลจะมีความเร็วเท่าใดภายหลังจากกระทบไม้



ก. 15 m/s

ข. 25 m/s

ค. 40 m/s

ง. 56 m/s

### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

#### สรุปผลการทำกิจกรรม

การคลเคลื่อนจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้นๆ ไม่สามารถวัดขนาดแรงได้ มักจะมีค่าไม่คงตัว จำเป็นต้องการหาค่าแรงเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้นๆ

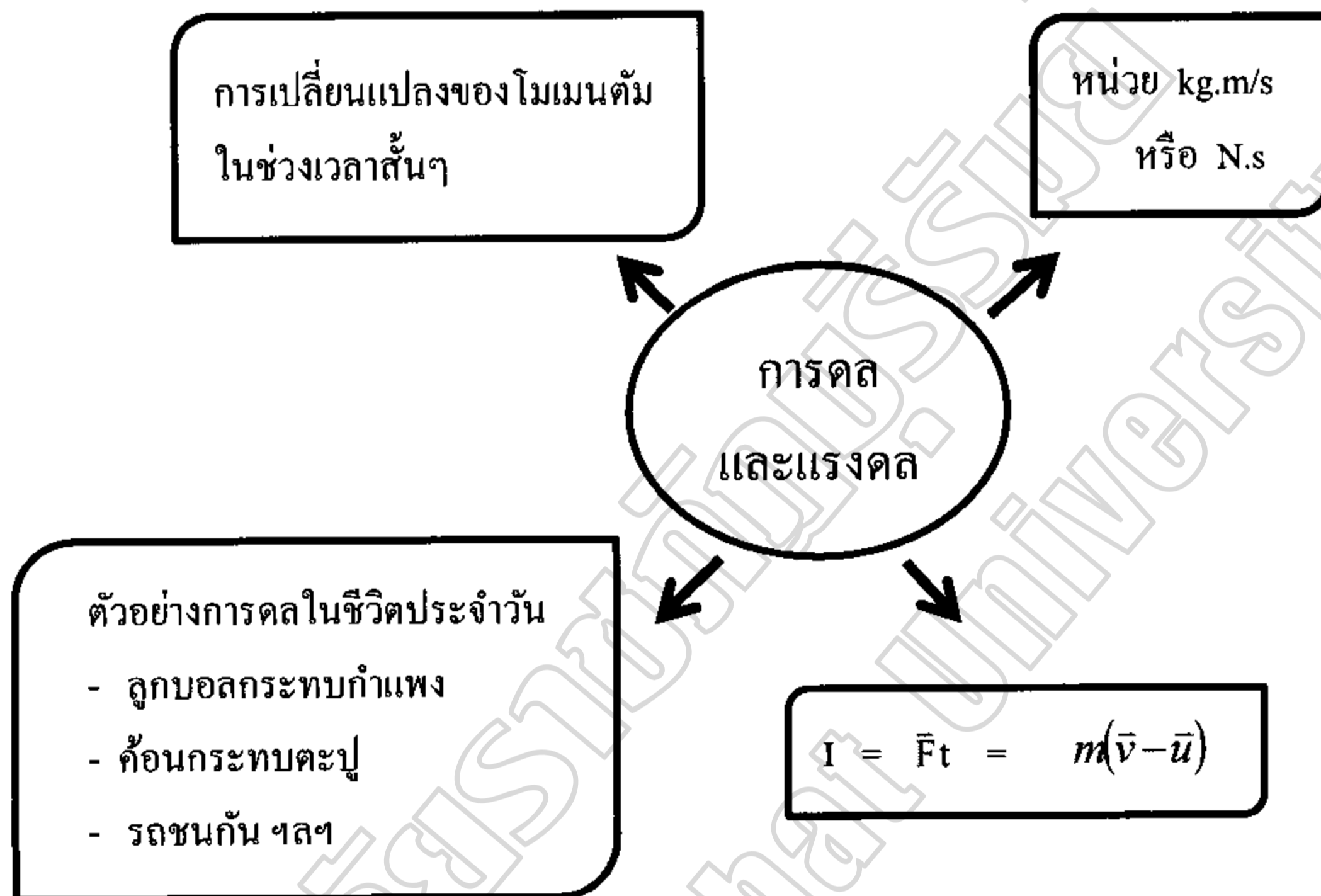
#### คำถามท้ายกิจกรรม

1. ไม่ต่างกัน เพราะสูงจากพื้นเท่ากัน
2. ต่างกัน คือ ไข่แตกเมื่อตกบนพื้นแข็ง และไข่ไม่แตกเมื่อตกบนพื้นฟองน้ำ
3. ต่างกัน เมื่อพิจารณาจากพื้นใต้กราฟ
4. ต่างกัน

### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2

1. การคล (Impulse  $F \cdot \Delta t$ ) คือ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาสั้นๆ มีหน่วยเป็น (kg m/s) หรือ N.s
2. แรงคล (Impulsive Force) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ
3. 20 kg.m/s
4. 400 kg.m/s
5. 27.5 kg.m/s

### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 3



### เฉลย แบบทดสอบ

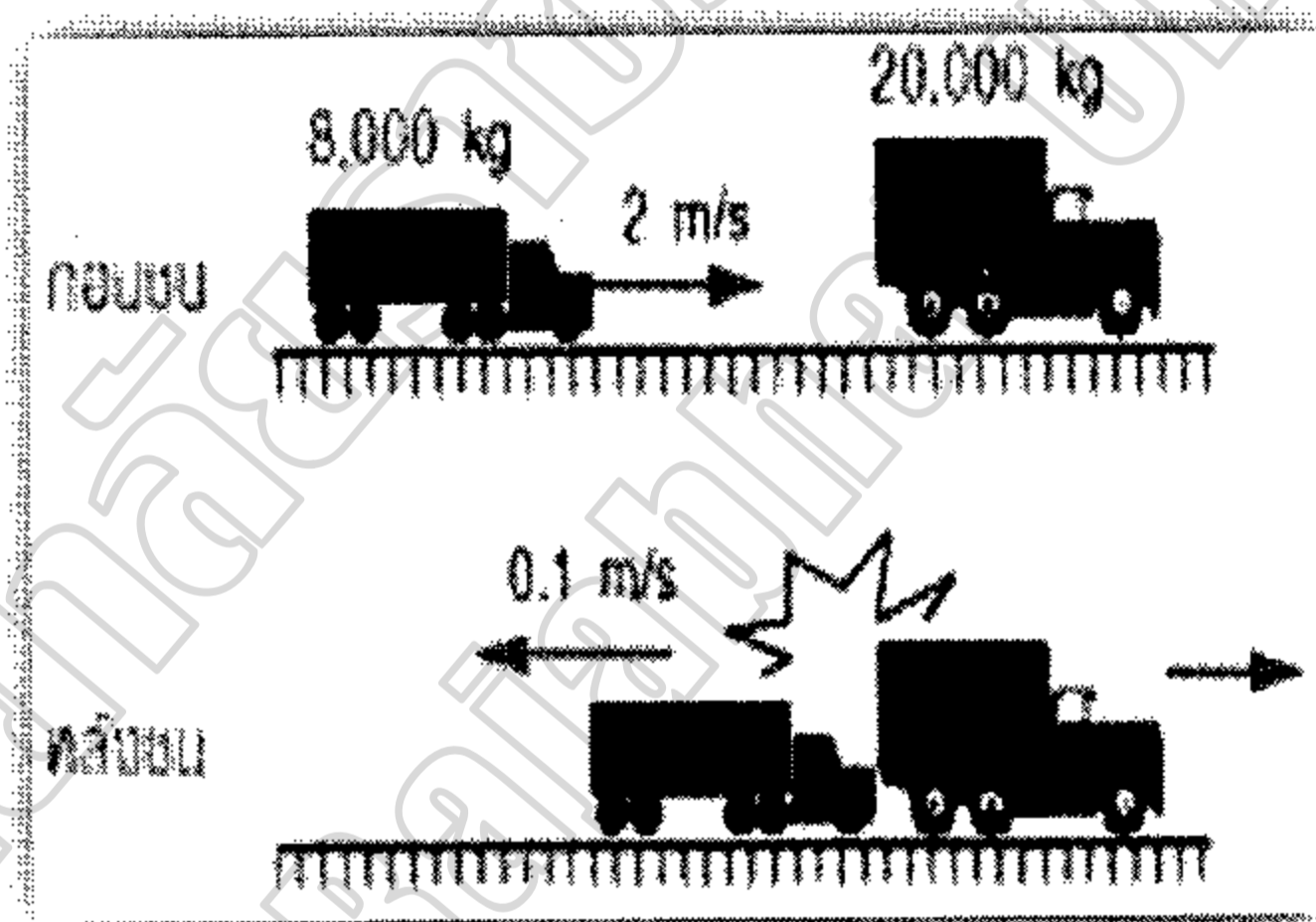
ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ก	6	ง
2	ค	7	ข
3	ง	8	ง
4	ค	9	ง
5	ง	10	ก

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ชุดที่ 4 การชนในหนึ่งมิติ



จัดทำโดย

นางศิริรณภา นกแก้ว

ตำแหน่ง คศ.1

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32



## ใบความรู้ เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

### การชนในหนึ่งมิติ

การชนของวัตถุในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวลภายหลังจากชนวัตถุเคลื่อนที่อยู่ในแนวสมมูลเดิม เรียกว่า การชนในหนึ่งมิติ มี 2 ลักษณะ

1. การชนในหนึ่งมิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ การชนในหนึ่งมิติแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์เป็นการชนที่ไม่สูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ จะได้ว่า

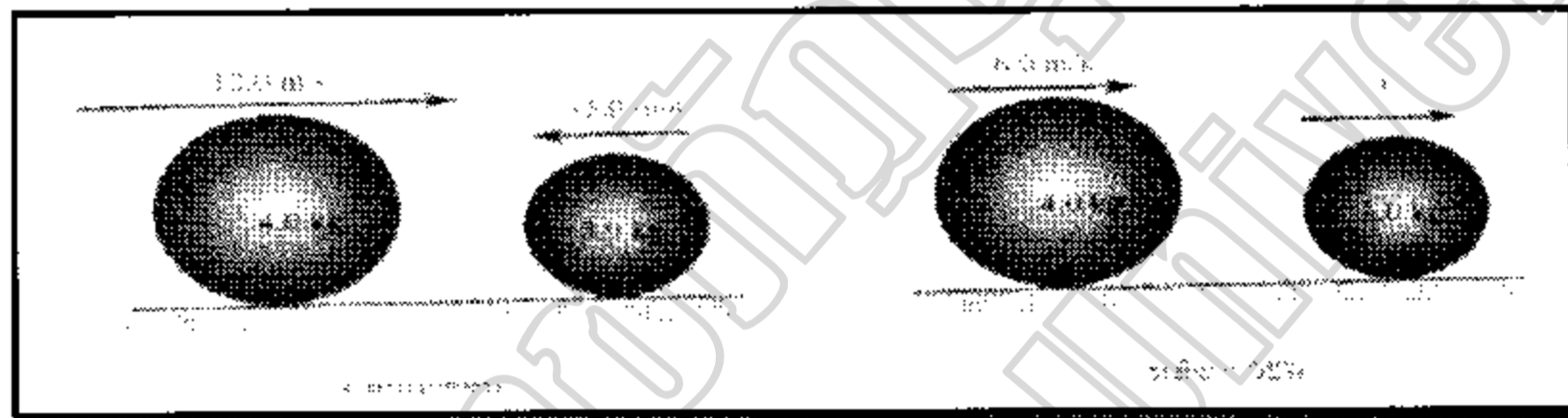
$$\begin{aligned}
 1) \quad \sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} &= \sum \vec{p} \text{ หลังชน} \\
 m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 &= m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \\
 2) \quad \sum E_k \text{ ก่อนชน} &= \sum E_k \text{ หลังชน} \\
 \frac{1}{2} m_1 \vec{u}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{u}_2^2 &= \frac{1}{2} m_1 \vec{v}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_2^2
 \end{aligned}$$

ลักษณะของมวล	ก่อนชน	หลังชน
$m_1 = m_2$		
$m_1 > m_2$		
$m_1 < m_2$		



## ใบความรู้ เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ

**ตัวอย่างที่ 1** มวลขนาด 4.0 และ 3.0 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้าหากันบนพื้นไม้ที่ไม่มีแรงเสียดทาน ด้วยความเร็ว 12.0 และ 5.0 เมตร/วินาที ตามลำดับ หลังจากชนกันมวล 4.0 กิโลกรัม ยังคงเคลื่อนที่ไปทางทิศทางเดิมด้วยความเร็ว 6.0 เมตรต่อวินาที การชนของวัตถุทั้งสองนี้เป็นการชนแบบยืดหยุ่น ถ้าการชนของวัตถุทั้งสองเป็นการชนในหนึ่งมิติ



**วิธีทำ**

$$\begin{aligned}
 m_1 \bar{u}_1 + m_2 \bar{u}_2 &= m_1 \bar{v}_1 + m_2 \bar{v}_2 \\
 (4)(12) + (3)(-5) &= (4)(6) + (3)v_2 \\
 (48) + (-15) &= (24) + (3)v_2 \\
 v_2 &= 3 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

**แทนค่า**

$$\begin{aligned}
 \sum E_k \text{ ก่อนชน} &= \frac{1}{2} m_1 \bar{u}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \bar{u}_2^2 \\
 &= \frac{1}{2} (4)(12)^2 + \frac{1}{2} (3)(5)^2 \\
 &= 288 + 37.5 \\
 \sum E_k \text{ ก่อนชน} &= 325.5 \text{ J} \\
 \sum E_k \text{ หลังชน} &= \frac{1}{2} m_1 \bar{v}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \bar{v}_2^2 \\
 &= \frac{1}{2} (4)(6)^2 + \frac{1}{2} (3)(3)^2 \\
 &= 72 + 13.5 \\
 \sum E_k \text{ หลังชน} &= 85.5 \text{ J}
 \end{aligned}$$

ผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบภายหลังการชนน้อยกว่าผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบก่อนการชน

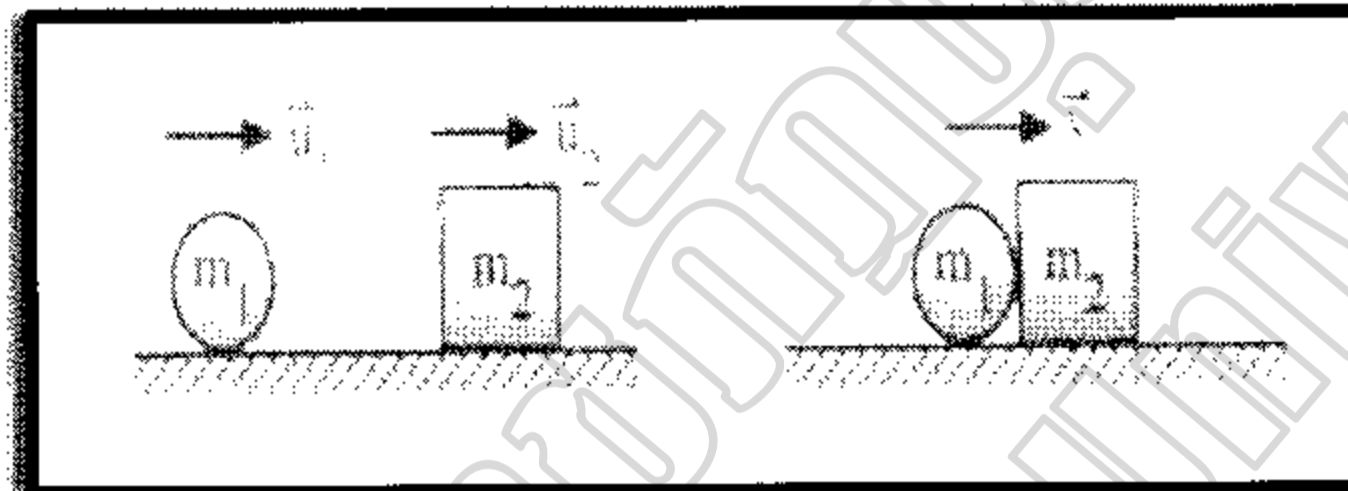
**ตอบ** การชนของวัตถุทั้งสองเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น



## ใบความรู้ เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

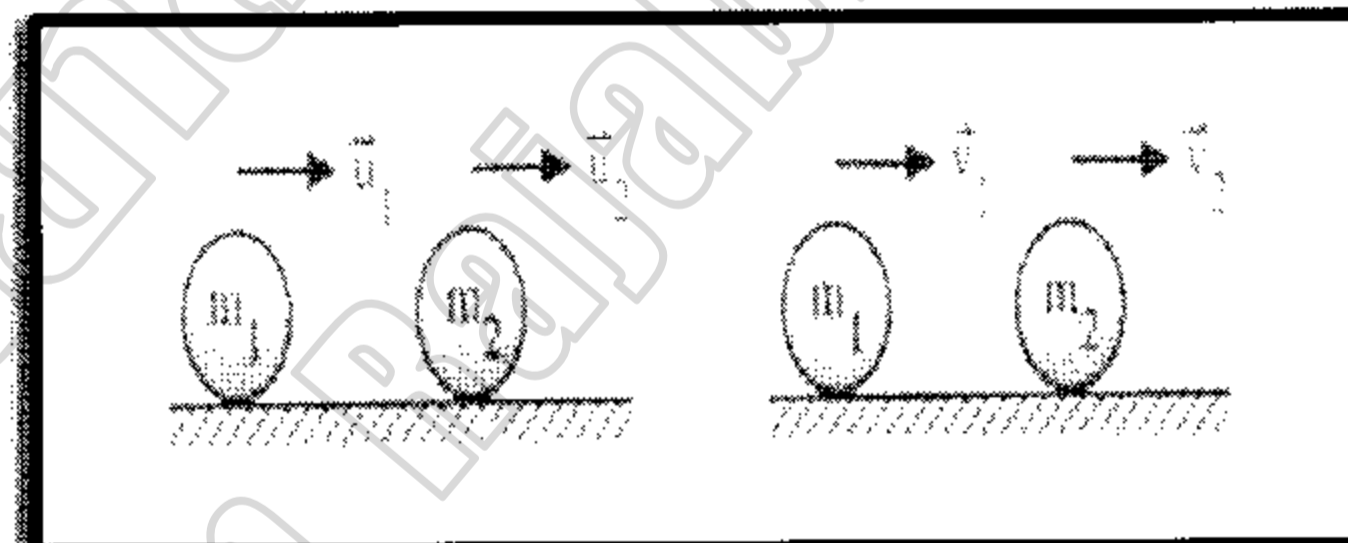
2. การชนในหนึ่งมิติ แบบไม่ยืดหยุ่น การชนในหนึ่งมิติ แบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนที่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ

### 2.1 ภายหลังการชนเคลื่อนที่ติดกันไป



$$\begin{aligned} \sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} &= \sum \vec{p} \text{ หลังชน} \\ m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 &= (m_1 + m_2) \vec{v} \end{aligned}$$

### 2.2 ภายหลังการชนแยกกันเคลื่อนที่



$$\begin{aligned} \sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} &= \sum \vec{p} \text{ หลังชน} \\ m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 &= m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \end{aligned}$$

**ตัวอย่างที่ 1** วัตถุมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เข้าชนมวล 3 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่งในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล หลังชนวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน

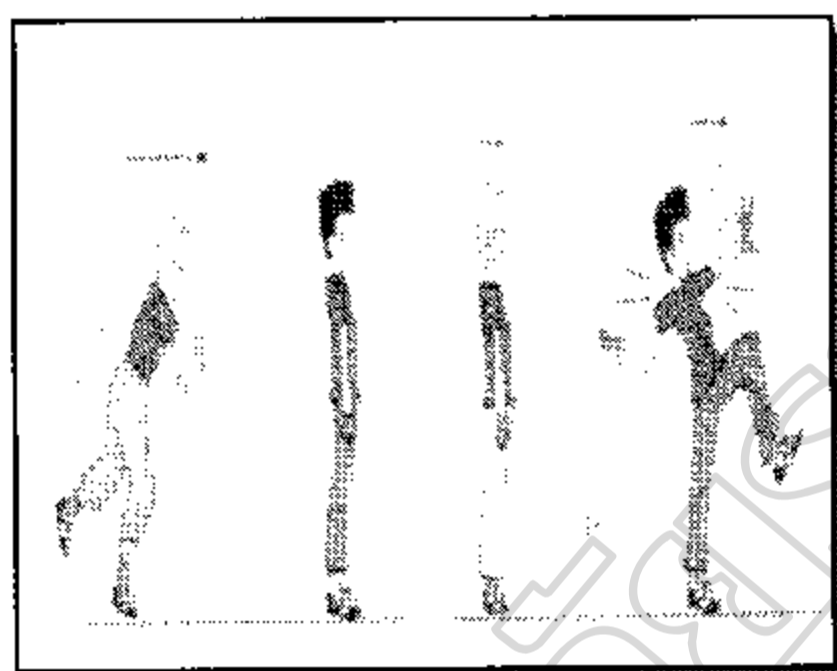
วิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} &= \sum \vec{p} \text{ หลังชน} \\ m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 &= (m_1 + m_2) \vec{v} \\ 2(10) + 3(0) &= (2+3) \vec{v} \\ \vec{v} &= 4 \text{ m/s} \end{aligned}$$



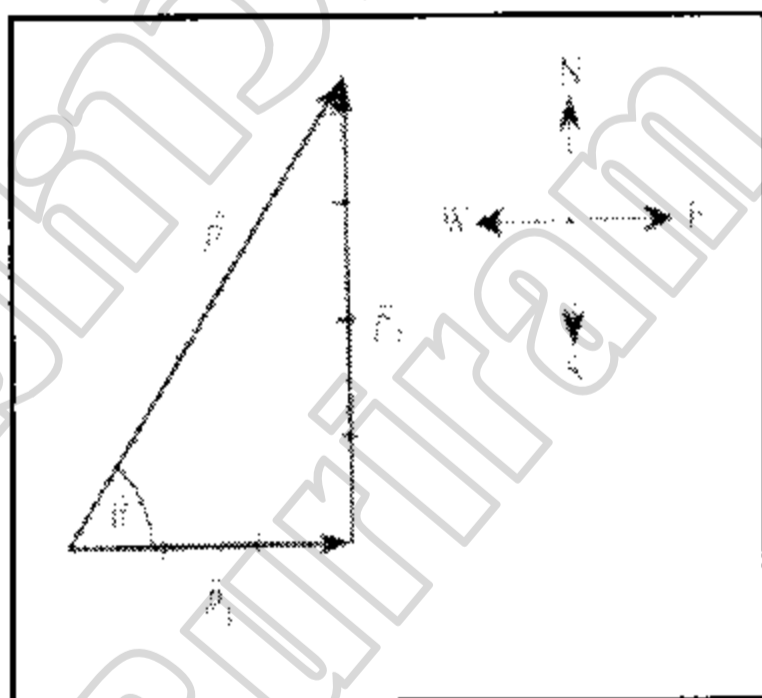
## ใบความรู้ เรื่องการชนในหนึ่งมิติ

**ตัวอย่างที่ 2** นักเล่นสเกต 2 คน มีมวล 50 และ 60 กิโลกรัม ตามลำดับ กำลังเล่นสเกตบนลานน้ำแข็ง ถ้าคนแรกกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที แล้วพุ่งเข้าชนคนที่สองซึ่งอยู่นิ่ง ปรากฏว่าภายหลังการชนคนที่สองเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที คนแรกจะเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วเท่าใด เมื่อไม่คิดแรงเสียดทาน และเป็นการชนในแนวตรง



$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} &= \sum \vec{p} \text{ หลังชน} \\
 m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 &= m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \\
 (50)(5) + (60)(0) &= (50)(v_1) + (60)(3) \\
 250 &= 50v_1 + 180 \\
 v_1 &= 1.4 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

**ตัวอย่างที่ 3** รถยนต์มวล 1200 kg เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 20 m/s ชนกับรถบรรทุกมวล 3200 kg ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 10 m/s หลังจากการชนรถทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป ความเร็วของรถทั้งสองภายหลังการชนเป็นเท่าใด ถ้าไม่คิดความเสียดทานระหว่างถนนกับรถยนต์ทั้งสอง



$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} &= \sum \vec{p} \text{ หลัง} \\
 \sqrt{m_1 u_1 + m_2 u_2} &= (m_1 + m_2) \vec{v} \\
 \sqrt{((1200)(20))^2 + ((3200)(10))^2} &= (1200 + 3200) \\
 \sqrt{(2400)^2 + (3200)^2} &= 4400 \vec{v} \\
 40000 &= 4400 \vec{v} \\
 \vec{v} &= 9.10 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

หลังการชนรถทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป ในทิศทางทำมุม  $\theta$  กับทิศตะวันออก ตามทิศทางของผลรวมโมเมนตัม

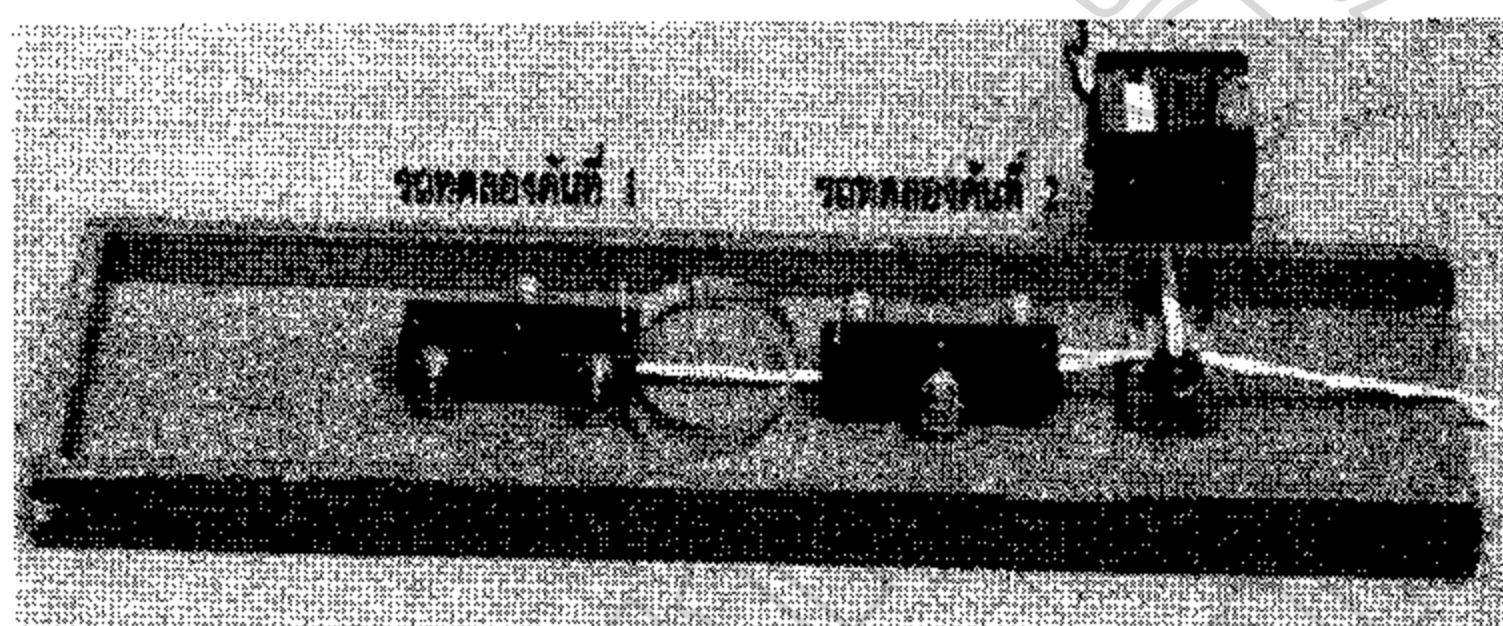
$$\begin{aligned}
 \tan \theta &= \frac{32000}{24000} = \frac{4}{3} \\
 \theta &= 53^\circ
 \end{aligned}$$



ใบกิจกรรมที่ 1	
การทดลอง เรื่องการชนในหนึ่งมิติ	10 คะแนน
กลุ่มที่ .....	
1. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
2. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
3. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
4. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
5. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....	
<b>จุดประสงค์</b>	
1. เพื่อศึกษาผลรวมของโมเมนตัม และผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่นของรถทดลองก่อนและหลังการชน	
2. เพื่อศึกษาผลรวมของโมเมนตัม และผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนแบบไม่ยืดหยุ่นของรถทดลองก่อนและหลัง	
<b>วัสดุอุปกรณ์</b>	
1. รถทดลอง 2 คัน	
2. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	
3. แผ่นเหล็กสปริง	
4. ดินน้ำมัน	
5. รางไม้	
<b>วิธีการทดลอง</b>	
<b>ตอนที่ 1</b> การศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดแผ่นเหล็กสปริงซึ่งเป็นการชนแบบยืดหยุ่น	
1. สอดปลายทั้งสองของแผ่นเหล็กสปริงเข้ากับร่องของรถทดลองคันที่ 1 แผ่นเหล็กสปริงจะโค้งงอเป็นรูปวงรียื่นออกมาจากรถ วางรถทดลองคันนี้ตรงตอนกลาง ๆ ของรางไม้	
2. นำเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่กระดาษคาร์บอน 2 แผ่น ซ้อนกันมาวางทางปลายรางด้านที่ไม่ขบกัน	
3. นำรถทดลองคันที่ 2 มาวางระหว่างรถทดลองคันที่ 1 และเครื่องเคาะสัญญาณเวลา คิด	

ปลายข้างหนึ่งของแถบกระดาษกับรถทดลองคันที่ 1 นำปลายที่เหลือลอดใต้รถคันที่ 2 แล้วสอดแถบกระดาษนี้ใต้กระดาษคาร์บอนแผ่นล่างของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

4. ใช้แถบกระดาษอีกแถบหนึ่งติดกับรถทดลองคันที่ 2 แล้วสอดปลายที่เหลือใต้กระดาษคาร์บอนแผ่นบนของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์ศึกษาการชนกันของรถทดลองในแนวตรง

5. กดสวิทช์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงานผลักรถทดลองคันที่ 2 ไปชนรถทดลองคันที่ 1 สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของรถทดลองสองคันหลังจากการชน

6. ดึงแถบกระดาษออกจากรถทดลองพร้อมทั้งเขียนข้อความแบบแถบกระดาษทั้งสอง เพื่อระบุว่าเป็นแถบกระดาษจากรถทดลองคันที่ 1 หรือรถทดลองคันที่ 2

7. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มมวลของรถทดลองคันที่ 2 เป็น 2 และ 3 เท่าของรถทดลองคันที่ 1 ด้วยการแท่งเหล็ก 1 และ 2 แท่ง ลงบนรถทดลองคันที่ 2

8. จากแถบกระดาษที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้ง นำมาหาขนาดของความเร็วของรถทดลองก่อนการชนและหลังการชน

9. ชั่งมวลของรถทดลอง คำนวณหาโมเมนตัม พลังงานจลน์ ผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์ทั้งก่อนและหลังการชน

**ตอนที่ 2** การศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดกันน้ำมัน เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1 เพียงแต่เปลี่ยนแผ่นเหล็กสปริงเป็นดินน้ำมันติดที่หน้ารถทดลองคันที่ 1 แทน และทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดแผ่นเหล็ก  
สปริงซึ่งเป็นการชนแบบยืดหยุ่น

ครั้งที่	ก่อนการชน							หลังการชน						
	รถคันที่	m (kg)	u (m/s)	mu (kgm/s)	$\frac{1}{2}mu^2$ (J)	$\sum mu$ (kgm/s)	$\sum \frac{1}{2}mu^2$ (J)	รถคันที่	m (kg)	v (m/s)	mv (kgm/s)	$\frac{1}{2}mv^2$ (J)	$\sum mu$ (kgm/s)	$\sum \frac{1}{2}mv^2$ (J)
1	1							1						
	2							2						
2	1							1						
	2							2						
3	1							1						
	2							2						

สรุปผลการทดลอง

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

คำถามท้ายกิจกรรม

1. หลังการชนแต่ละกรณี รถทั้งสองคันเคลื่อนที่อย่างไร ขนาดความเร็วก่อนการชนและหลังการชนของรถทดลองแต่ละคันเป็นเท่าไร

ตอบ .....

2. ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร

ตอบ .....

3. ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและรวมของพลังงานจลน์หลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร

ตอบ .....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 2 การศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดกันน้ำมัน  
เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

ครั้งที่	ก่อนการชน							หลังการชน						
	รถคันที่	m (kg)	u (m/s)	mu (kgm/s)	$\frac{1}{2}mu^2$ (J)	$\sum mu$ (kgm/s)	$\sum \frac{1}{2}mu^2$ (J)	รถคันที่	m (kg)	v (m/s)	mv (kgm/s)	$\frac{1}{2}mv^2$ (J)	$\sum mu$ (kgm/s)	$\sum \frac{1}{2}mv^2$ (J)
1	1							1						
	2							2						
2	1							1						
	2							2						
3	1							1						
	2							2						

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

**คำถามท้ายกิจกรรม**

1. หลังการชนแต่ละกรณี รถทั้งสองคันเคลื่อนที่อย่างไร ขนาดความเร็วก่อนการชนและหลังการชนของรถทดลองแต่ละคันเป็นเท่าไร

ตอบ .....

.....

2. ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร

ตอบ .....


3. ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและรวมของพลังงานจลน์หลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร


ตอบ .....

.....

4. เมื่อรถทดลองชนกันแล้ว รูปร่างของดินน้ำมันเปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร

ตอบ .....

ใบกิจกรรมที่ 2 ตอบปัญหา	จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน	เต็ม 5 คะแนน
<div style="display: flex; align-items: center;">  <p>คำสั่ง      จงแสดงวิธีทำ</p> </div>		
<p>1. จงอธิบายความหมายของการชนในหนึ่งมิติ</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>2. การชนในหนึ่งมิติมีกี่แบบ อะไรบ้าง</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>3. ลูกเหล็กทรงกลมมวล 3 kg มีความเร็ว 7 m/s วิ่งชนแท่งไม้มวล 6 kg ซึ่งเดิมอยู่นิ่ง เกิดการคลทำให้แท่งไม้มีความเร็ว 2 m/s จงหาความเร็วของลูกทรงกลมภายหลังชน</p> <p><u>ตอบ</u> ..... m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>4. วัตถุมวล 1 kg วิ่งด้วยความเร็ว 4 m/s เข้าชนวัตถุมวล 3 kg ซึ่งเดิมอยู่นิ่งภายหลังการชน วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาความเร็วหลังชนของวัตถุ</p> <p><u>ตอบ</u> ..... m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>5. จากข้อที่ 4 จงหาพลังงานจลน์ของระบบที่สูญเสียขณะชนกัน</p> <p><u>ตอบ</u> ..... J</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

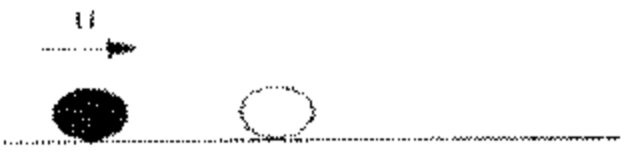
<b>ใบกิจกรรมที่ 3</b> <b>แผนผังมโนทัศน์</b> <b>(Concept Mapping)</b>	<b>จำนวน 1 ข้อ</b> <b>5 คะแนน</b>	<b>เต็ม 5 คะแนน</b>
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;">  <p><b>คำสั่ง</b></p> </div> <div> <p>นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการชนในหนึ่งมิติ เป็นแผนผังมโนทัศน์  <b>(Concept Mapping)</b></p> </div> </div>		

**แบบทดสอบ**  
**เรื่องการชนในหนึ่งมิติ**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. ให้กากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดถูกต้องในการชนของวัตถุในหนึ่งมิติแบบยืดหยุ่น
ก. พลังงานจลน์มีค่าคงตัว แต่โมเมนตัมไม่คงตัว ข. ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์มีค่าคงตัว ค. ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว ง. โมเมนตัมมีค่าคงตัว แต่พลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว
2. ถ้าให้รถทดลอง 2 คัน มวลเท่ากันวิ่งเข้าชนกันด้วยความเร็วเท่ากัน โดยชนแบบยืดหยุ่นภายหลังการชนรถที่สองจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร
ก. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเท่าเดิม ข. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม ค. คันหนึ่งหยุดอีกคันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเป็น 2 เท่า ของความเร็วเดิม ง. หยุดนิ่ง
3. ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับการชนของวัตถุ
ก. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน ข. พลังงานรวมของระบบก่อนการชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังการชน ค. โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อระบบไม่เป็นศูนย์ ง. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมใช้ได้กับวัตถุเดียว
4. วัตถุสองก้อนชนกัน การชนตามข้อใดสูญเสียพลังงานจลน์มากที่สุด
ก. ชนแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ข. ชนแล้วเคลื่อนที่แยกกันในทิศตรงข้าม ค. ชนแล้วเคลื่อนที่แยกกันในทิศเดียวกัน ง. ชนแล้วเคลื่อนที่แยกกันในทิศตั้งฉาก

<p>5. ลูกบิลเลียดสีดำวิ่งด้วยความเร็ว <math>u</math> ชนลูกบิลเลียดสีขาวซึ่งอยู่นิ่ง โดยชนกันแบบยืดหยุ่นใน 1 มิติ ดังรูป ความเร็วหลังการชนของลูกบิลเลียดสีดำและสีขาวคือข้อใดตามลำดับ</p> 	
ก. 0 และ $u$	ข. 0 และ $2u$
ค. $u$ และ $u$	ง. $u$ และ $2u$
<p>6. วัตถุมวล 4 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6 m/s ไปทางทิศเหนือเข้าชนมวล 6 kg ซึ่งเคลื่อนที่มาด้วยความเร็ว 3 m/s ในทางทิศตะวันออก ภายหลังจากการชนปรากฏว่ามวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาความเร็วหลังชน</p>	
ก. 10 m/s	ข. 20 m/s
ค. 30 m/s	ง. 40 m/s
<p>7. จากข้อที่ 6 จงหาพลังงานจลน์รวมเปลี่ยนไปเท่าใด</p>	
ก. 100 J	ข. 200 J
ค. 300 J	ง. 400 J
<p>8. รถทดลอง A มวล 5 kg เคลื่อนที่บนพื้นเรียบไปทางขวาด้วยความเร็ว 10 m/s เข้าชนรถทดลอง B ซึ่งอยู่นิ่งหลังชนรถทดลอง A สะท้อนกลับด้วยความเร็ว 2 m/s ส่วนรถทดลอง B วิ่งออกไปด้วยความเร็ว 6 m/s จงหาว่ารถทดลอง B มีมวลกี่ kg</p>	
ก. 10 kg	ข. 20 kg
ค. 30 kg	ง. 40 kg
<p>9. รถ A มวล 1000 kg จอดอยู่นิ่งถูกรถ B มวล 2500 kg วิ่งเข้าชน หลังชนกันแล้ว รถทั้งสองติดกันไป มีความเร็ว 8 m/s จงหาความเร็วของรถก่อนชนรถ B กี่ m/s</p>	
ก. 10.2 m/s	ข. 11.2 m/s
ค. 13.5 m/s	ง. 20.4 m/s
<p>10. ลูกปืนลูกหนึ่งมวล 200 g มีความเร็ว 2000 m/s พุ่งเข้าชนตรงกลางวัตถุมวล 2 kg ซึ่งอยู่นิ่งบนพื้นระดับราบสิ้นถ้าลูกปืนทะลุวัตถุไปด้วยความเร็ว 1000 m/s จงหาความเร็วของวัตถุขณะลูกปืนหลุดจากวัตถุพอดี</p>	
ก. 50 m/s	ข. 100 m/s
ค. 150 m/s	ง. 200 m/s



## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

### สรุปผลการทำกิจกรรม

**ตอนที่ 1 การศึกษาผลรวมของโมเมนต์และผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดแผ่นเหล็กสปริงซึ่งเป็นการชนแบบยืดหยุ่น**

ผลรวมของ โมเมนต์ของรถทดลองก่อนการชนเท่ากับผลรวมของ โมเมนต์ของรถทดลองหลังการชน และผลรวมของพลังงานจลน์ของรถทดลองก่อนการชนเท่ากับผลรวมของพลังงานจลน์ของรถทดลองหลังการชน

**ตอนที่ 2 การศึกษาผลรวมของโมเมนต์และผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดกันน้ำมันเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น**

ผลรวมโมเมนต์ของรถทดลองก่อนการชนเท่ากับผลรวมของ โมเมนต์ของ โมเมนต์ของรถทดลองหลังการชน แต่ผลรวมของพลังงานจลน์ของรถทดลองก่อนชนและหลังชนจะไม่เท่ากัน

### คำถามท้ายกิจกรรม

**ตอนที่ 1 การศึกษาผลรวมของโมเมนต์และผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดแผ่นเหล็กสปริงซึ่งเป็นการชนแบบยืดหยุ่น**

1. กรณีรถทดลองมวลเท่ากัน เมื่อชนกันแล้ว รถทดลองคันที่เข้าชนจะหยุดนิ่งส่วนรถทดลองคันที่ถูกชนจะเคลื่อนที่แนวเส้นตรงเดียวกับแนวการเคลื่อนที่ของรถทดลองที่วิ่งเข้าชนด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของรถทดลองที่เคลื่อนที่เข้าชน

กรณีรถทดลองคันที่ชนมีมวลกว่ารถทดลองที่ถูกชน หลังการชนรถทั้งสองจะเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของรถที่วิ่งเข้าชน โดยรถที่วิ่งเข้าชนมีความเร็วลดลงส่วนรถที่ถูกชนจะมีความเร็วมากกว่าความเร็วของรถที่เคลื่อนที่เข้าชน

2. เท่ากัน

3. เท่ากัน

**ตอนที่ 2 การศึกษาผลรวมของโมเมนต์และผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนรถที่ติดกันน้ำมันเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น**

1. หลังการชนทุกกรณี รถทดลองคันที่เข้าชนและคันที่ถูกชนจะเคลื่อนที่ติดกันไป ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของรถทดลองคันที่เข้าชน โดยขนาดความเร็วจะลดลง

2. เท่ากัน

3. ไม่เท่ากัน

4. เปลี่ยนไป

## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2

1. การชนของวัตถุในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวลภายหลังจากชนวัตถุเคลื่อนที่อยู่ในแนวสมมูลเดิม
2. มี 2 ลักษณะ คือ การชนในหนึ่งมิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ และการชนในหนึ่งมิติ แบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์
3. 4.17 m/s
4. 1 m/s
5. 71.5 J

## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 3

มี 2 แบบ คือ

- การชนในหนึ่งมิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์
- การชนในหนึ่งมิติ แบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์

การชนในหนึ่งมิติ แบบยืดหยุ่น

ไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ

การชนในหนึ่งมิติ

แบบไม่ยืดหยุ่น

การสูญเสียพลังงาน  
จลน์ของระบบ

การชนใน  
หนึ่งมิติ

ภายหลังจากชนเคลื่อนที่ติดกันไป

$$\sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} = \sum \vec{p} \text{ หลังชน}$$

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

ภายหลังจากชนแยกกันเคลื่อนที่

$$\sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} = \sum \vec{p} \text{ หลังชน}$$

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

การชนในหนึ่งมิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์

$$1) \sum \vec{p} \text{ ก่อนชน} = \sum \vec{p} \text{ หลังชน}$$

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

$$2) \sum E_k \text{ ก่อนชน} = \sum E_k \text{ หลังชน}$$

$$\frac{1}{2} m_1 \vec{u}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{u}_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \vec{v}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_2^2$$

**เฉลย แบบทดสอบ**

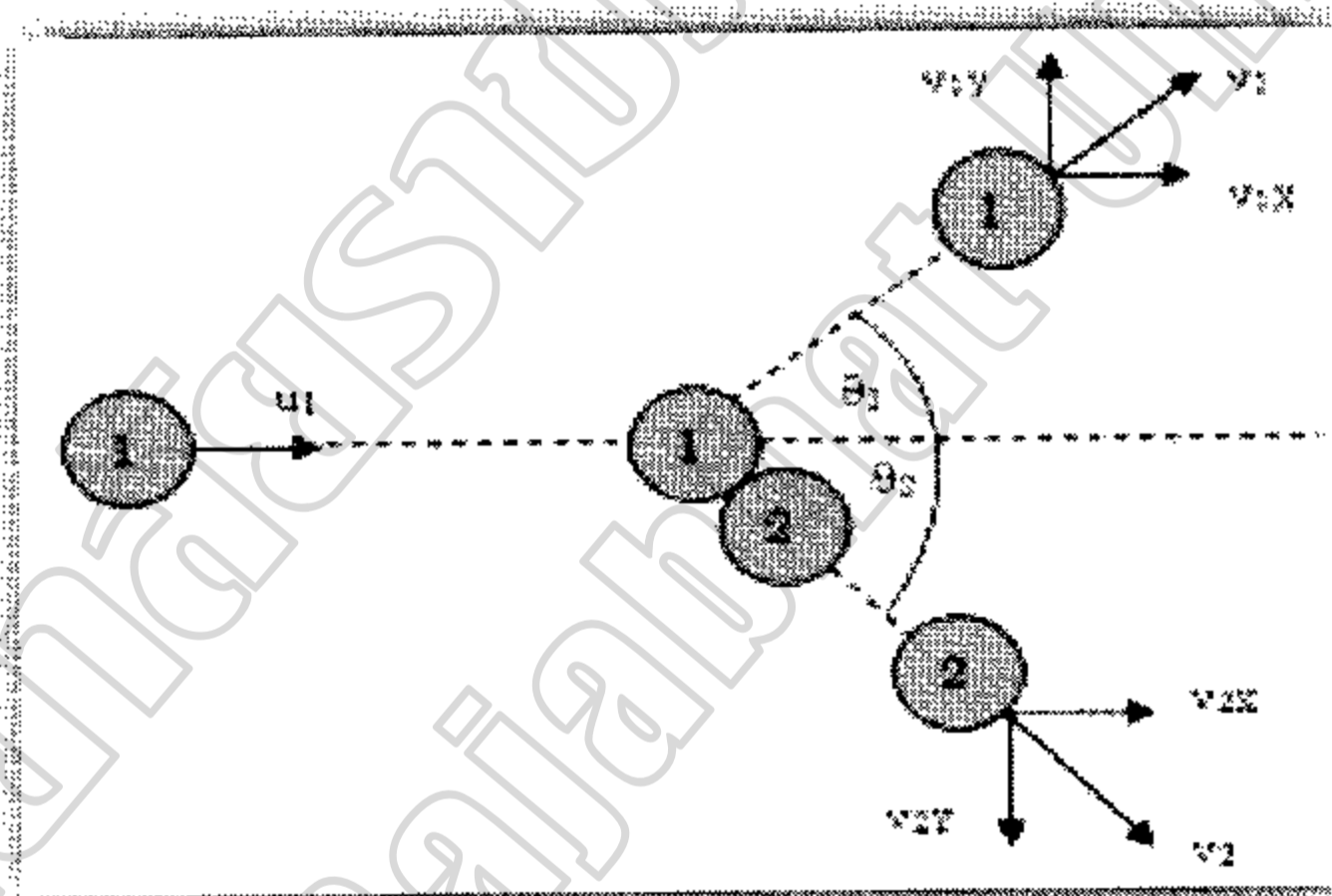
ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ข	6	ก
2	ก	7	ง
3	ง	8	ก
4	ก	9	ข
5	ก	10	ข

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ชุดที่ 5 การชนในสองมิติ



จัดทำโดย

นางศรินภา นกแก้ว

ตำแหน่ง คศ.1

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32

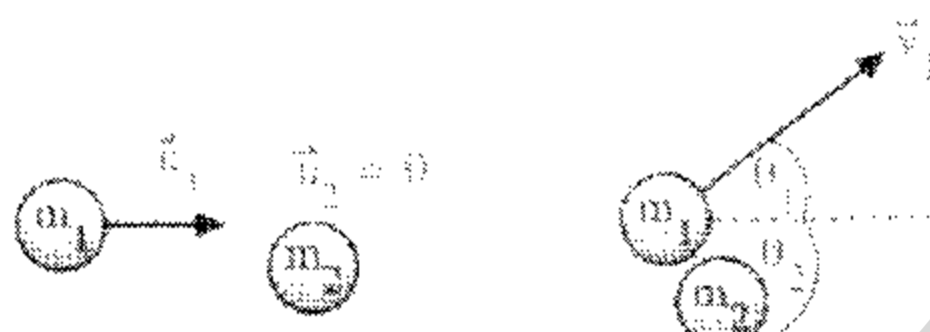


## ใบความรู้ เรื่องการชนในสองมิติ

### การชนในสองมิติ

การชนของวัตถุในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลาง ภายหลังจากชนวัตถุเคลื่อนที่ในทิศทางมุมกับแนวเดิม เรียกว่า การชนในสองมิติ มี 2 ลักษณะ คือ

1. การชนในสองมิติ แบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่ไม่สูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ



จะได้ว่า

$$1. \sum \vec{p}_x \text{ ก่อนชน} = \sum \vec{p}_x \text{ หลังชน}$$

$$2. \sum \vec{p}_y \text{ ก่อนชน} = \sum \vec{p}_y \text{ หลังชน}$$

ถ้า  $m_1 = m_2$  และ  $u_2 = 0$  แล้ว  $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$

2. การชนในสองมิติ แบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนที่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ

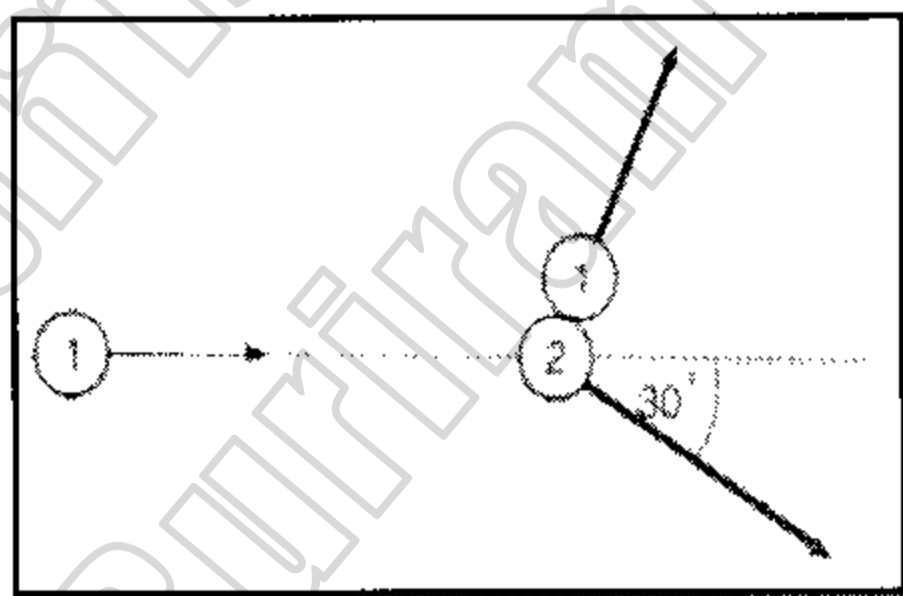


จะได้ว่า

$$1. \sum \vec{p}_x \text{ ก่อนชน} = \sum \vec{p}_x \text{ หลังชน}$$

$$2. \sum \vec{p}_y \text{ ก่อนชน} = \sum \vec{p}_y \text{ หลังชน}$$

**ตัวอย่างที่ 1** วัตถุทรงกลม 2 ลูก มวลเท่ากัน ลูกหนึ่งอยู่นิ่งอีกลูกหนึ่งเคลื่อนที่เข้าชนในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของมวลด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ปรากฏว่าหลังจากชนกันลูกที่ถูกร่วงออกทำมุม 30 องศา กับแนวการวิ่งของลูกที่ชน จงหา



ก. อัตราเร็วของลูกที่ถูกร่วงหลังจากถูกชนแล้วทันที

วิธีทำ

$$p_2 = p_{เดิม} \cos 30^\circ$$

$$mV_2 = m(10) \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_2 = 8.66 \text{ m/s}$$

ข. ลูกที่วิ่งไปชนหลังจากชนแล้วมีความเร็วเท่าใด

วิธีทำ

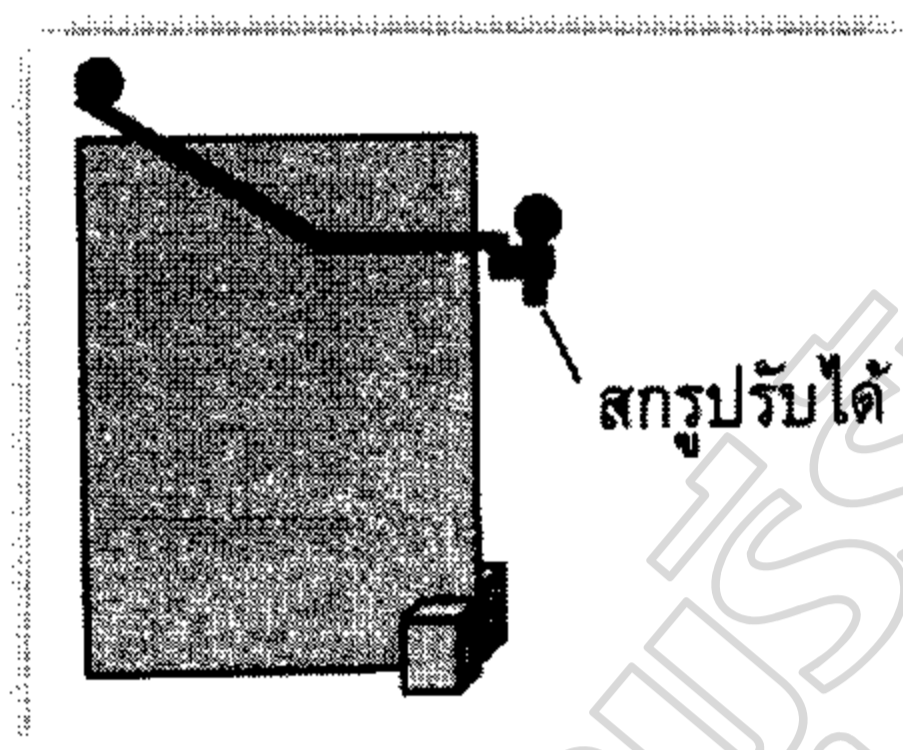
$$P_1 = p_{เดิม} \sin 30^\circ$$

$$mV_1 = m(10) \frac{1}{2}$$

$$V_1 = 5 \text{ m/s}$$

ใบกิจกรรมที่ 1	
การทดลอง เรื่องการชนในสองมิติ	10 คะแนน
กลุ่มที่ .....	
1. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
2. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
3. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
4. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
5. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....	
<b>จุดประสงค์</b>	
เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลรวมของโมเมนตัมของวัตถุก่อนและหลังการชนเมื่อ วัตถุชนกัน ในสองมิติ (ชนแล้วไม่ไปในทิศเดียวกัน)	
<b>วัสดุอุปกรณ์</b>	
1. ชุดการทดลองการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง	1 ชุด
2. ลูกกลมโลหะขนาดเดียวกัน	2 ลูก
3. กระดาษคาร์บอน	1 แผ่น
4. กระดาษขาว	1 แผ่น
5. กระดาษกาวหรือดินน้ำมัน	1 แผ่น
<b>วิธีการทดลอง</b>	
1. ใช้ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยปรับรางให้หันออกดังรูปที่ 1 แล้วทดลอง กลิ้งทรงกลมโลหะ (ลูกปืน) จากปลายบน สังเกตว่าจุดที่ลูกทรงกลมกระทบพื้นตกที่เดิมเมื่อปล่อย จากตำแหน่งเดิมทุกครั้ง ลองตั้งลูกทรงกลมอีกลูกหนึ่งบนจุดตั้งที่ปลายสกรูที่ปลายล่างของราง และปรับสกรูให้ตำแหน่งลูกทรงกลมที่ถูกชนให้อยู่ในระดับเดียวกันหรือไม่ โดยวางลูกทรงกลม ลูกหนึ่งที่จุดตั้ง และกลิ้งอีกลูกหนึ่งจากปลายบนให้เข้า หากทั้งสองลูกอยู่ในระดับดี ทั้งสองลูก จะตกถึงพื้นพร้อมกัน	

2. ปรับมุมที่ชนกันโดยปรับเบนตำแหน่งของลูกที่ถูกชนให้ได้มุมที่ต้องการ



รูปที่ 1 การจัดตั้งเครื่องมือศึกษาการชนในสองมิติ

3. เมื่อเตรียมอุปกรณ์พร้อมแล้วนำกระดาษขาววางบนพื้นให้ขอบกระดาษด้านกว้างอยู่ชิดกับฐานไม้ และให้แผ่นคลุมบริเวณที่ถูกกลมทั้งสองตกลงบนพื้น ใช้กระดาษกาวตรึงกระดาษไว้กับพื้น แล้ววางกระดาษคาร์บอนซ้อนบนกระดาษขาวอีกชั้นหนึ่ง เมื่อลูกกลมโลหะทั้งสองตกลงบนกระดาษคาร์บอนก็จะเกิดรอยบนกระดาษขาวให้เห็นตำแหน่งที่ถูกกลมโลหะตกบนกระดาษขาวได้

4. การเก็บข้อมูล วางลูกทรงกลมโลหะ A บนสกรู และวางลูกทรงกลมโลหะ B ที่ปลายรางด้านบน (หรือที่จุดอื่นที่ต้องการปล่อย โดยใช้ไม้บรรทัดกั้นไว้) ใช้ปลายดินสอค่อยๆ เชี่ยวให้ลูกกลมโลหะ B กลิ้งลงมาตามตารางและเข้าชนลูกกลมโลหะ A

เขียนตำแหน่ง A, ตรงตำแหน่งที่ถูกกลมโลหะ A ตกกระทบบนกระดาษ

เขียนตำแหน่ง B, ตรงตำแหน่งที่ถูกกลมโลหะ B ตกกระทบบนกระดาษ

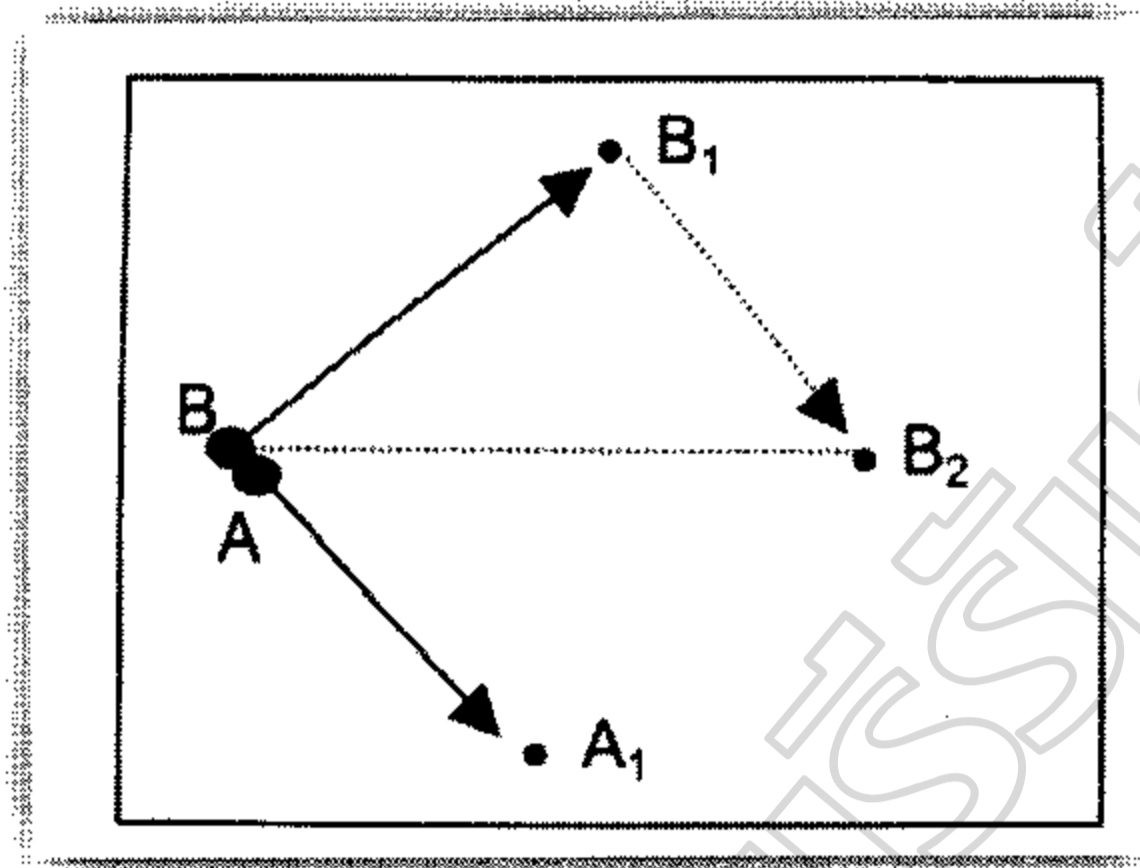
ปล่อยลูกกลมโลหะ B จากจุดที่ปล่อยเดิมอีกครั้งโดยไม่ตั้งลูกกลม A ที่ปลายล่างเขียนตำแหน่ง B<sub>2</sub> ตรงตำแหน่งที่ถูกกลมโลหะตกกระทบบนกระดาษด้วย (โดยไม่ชน)

หาตำแหน่งของ A ก่อนถูกชนโดยสายดิ่ง เขียนตำแหน่งนั้นบนกระดาษด้วย

ข้อมูลของจุดต่างๆ ที่ต้องการควรมีครบบนกระดาษ

แกะกระดาษกาวออก และนำกระดาษขาวมาลากเส้นตรง AA<sub>1</sub>, BB และ BB<sub>2</sub>

ดังรูป ที่ 2



รูปที่ 2 ตำแหน่งที่ถูกกลมโลหะตกลงบนกระดาษขาว

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วาดรูปตำแหน่งที่ถูกกลมโลหะตกลงบนกระดาษ

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**คำถามท้ายกิจกรรม**

1. การทดลองนี้พิสูจน์ว่าโมเมนต์ก่อนชนเท่ากับโมเมนต์หลังชนหรือไม่

**ตอบ** .....

.....

.....

.....

.....

2. การทดลองอาจจะทำให้ความเร็วก่อนชนของ B ต่างๆ กันและยังสามารถให้มวลต่างกันได้

หรือไม่

**ตอบ** .....

.....


.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบรไน  
BUNIRAM Rajabhat University

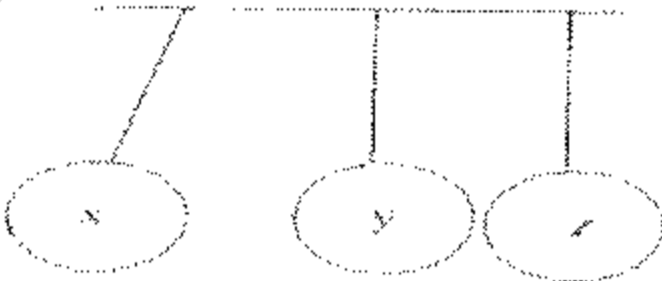
ใบกิจกรรมที่ 2 ตอบปัญหา	จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน	เต็ม 5 คะแนน
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">คำสั่ง</div> <div>จงแสดงวิธีทำ</div> </div>		
<p>1. จงอธิบายความหมายของการชนในสองมิติ</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>2. การชนในสองมิตินี้มีกี่แบบ อะไรบ้าง</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>3. ลูกบิลเลียด A วิ่งอัตราเร็ว 10 m/s เข้าชนกับ ลูกบิลเลียด B ที่อยู่นิ่ง และมวลเท่า A หลังจากชนกันแล้ว ลูกบิลเลียดทั้งสองแยกออกจากกัน โดย A ทำมุม 37° กับแนวเดิม ดังรูป การชนเป็นการชนแบบยืดหยุ่นและไม่คิดผลจากการหมุนและความเสียดของพื้นกับลูกบิลเลียด อัตราเร็วของลูกบิลเลียด A เป็นเท่าใด</p>		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ก่อนชน</p> <p>หลังจากชน</p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p><u>ตอบ</u> ..... m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> </div>		
<p>4. จากข้อที่ 3 อัตราเร็วของลูกบิลเลียด B เป็นเท่าใด</p> <p><u>ตอบ</u> ..... m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>5. จากข้อที่ 3 จงหาพลังงานจลน์ของลูกบิลเลียดทั้งสอง</p> <p><u>ตอบ</u> ..... J</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

<b>ใบกิจกรรมที่ 3</b> <b>แผนผังมโนทัศน์</b> <b>(Concept Mapping)</b>	<b>จำนวน 1 ข้อ</b> <b>5 คะแนน</b>	<b>เต็ม 5 คะแนน</b>
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;">  <p><b>คำตั้ง</b></p> </div> <div> <p><b>นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการชนในสองมิติ เป็นแผนผังมโนทัศน์</b>  <b>(Concept Mapping)</b></p> </div> </div>		

**แบบทดสอบ**  
**เรื่องการชนในสองมิติ**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. ให้กากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ลูกบิลเลียดสีฟ้าและสีชมพู มีมวล 0.5 kg เท่ากัน ลูกสีฟ้าเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 2 m/s เข้าชนลูกสีชมพูซึ่งอยู่นิ่ง ถ้าการชนนี้เป็นการชนสองมิติ และเป็นการชนแบบยืดหยุ่น จงหาว่าภายหลังการชนกันแล้วลูกบิลเลียดทั้งสองจะเคลื่อนที่อย่างไร	
ก. แยกออกจากกันเป็นมุม 60 องศา	ข. แยกออกจากกันเป็นมุม 90 องศา
ค. เคลื่อนที่ตามกันไปทิศทางเดียวกัน	ง. เคลื่อนที่ไปในทิศตรงข้าม
2. วัตถุสองก้อนชนกันแบบยืดหยุ่นใน 2 มิติ โดยวัตถุทั้งสองมีมวลเท่ากัน และเดิมวัตถุที่ถูกชนอยู่นิ่ง ถ้า $\theta_1$ และ $\theta_2$ เป็นมุมเบี่ยงเบนของวัตถุทั้งสองหลังการชน ความสัมพันธ์ในข้อใดถูกต้อง	
ก. $\theta_1 + \theta_2 = 45^\circ$	ข. $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$
ค. $\theta_1 + \theta_2 > 90^\circ$	ง. $\theta_1 + \theta_2 < 90^\circ$
3. ถ้าชุดสาธิตการคงตัวของโมเมนตัมประกอบด้วยทรงกลม x, y และ z ทำด้วยวัสดุอย่างเดียวมิขนาดเท่ากัน แขนงไว้แนวตั้ง เมื่อตีวัตถุ x ออกไปข้างๆ ดังรูป แล้วปล่อย ข้อใดอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม x, y และ z หลังจากถูกชนทันที	
	
ก. x หยุดนิ่ง	ข. y หยุดนิ่ง
ค. x และ y หยุดนิ่ง	ง. y และ z เคลื่อนที่ไปด้วยกัน
4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการชนในสองมิติ	
ก. การชนของวัตถุไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล	ข. การชนในสองมิติแบ่งเป็นสองแบบ
ค. เคลื่อนที่แยกจากกันทำมุม 90 องศา	ง. ถูกทุกข้อ



### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

#### สรุปผลการทำกิจกรรม

การชนในสองมิติ ผลรวมของโมเมนตัมของระบบก่อนชนของวัตถุ เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมของระบบภายหลังการชน

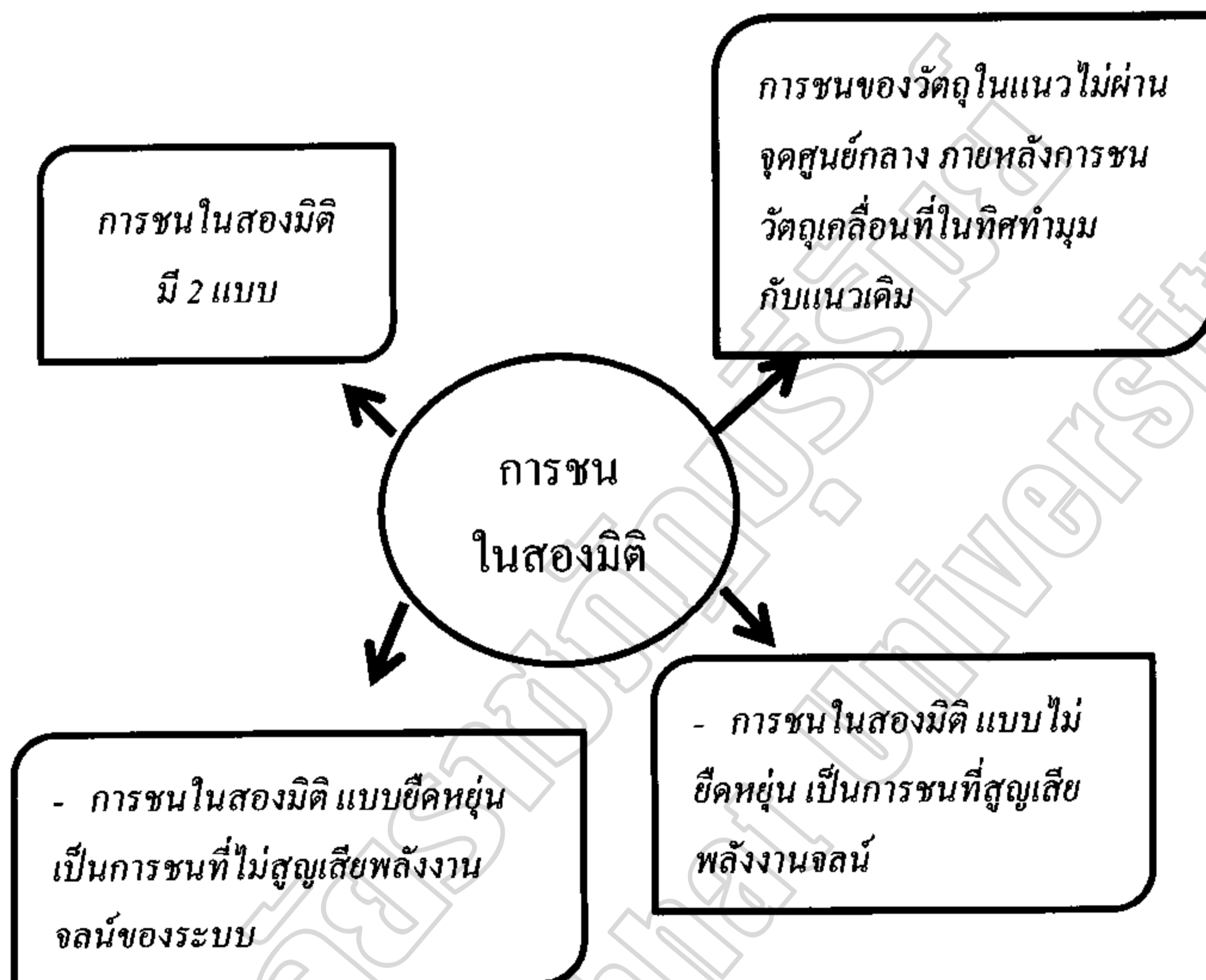
#### คำถามท้ายกิจกรรม

1. ใช่
2. ใช่

### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2

1. การชนของวัตถุในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลาง ภายหลังการชนวัตถุเคลื่อนที่ในทิศทำมุมกับแนวเดิม
2. การชนในสองมิติ มี 2 ลักษณะ คือ
  - การชนในสองมิติ แบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่ไม่สูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ
  - การชนในสองมิติ แบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนที่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ของระบบ
3. 8 m/s
4. 6 kg.m/s
5. 50 kg.m/s

### เฉลย ใบกิจกรรมที่ 3



### เฉลย แบบทดสอบ

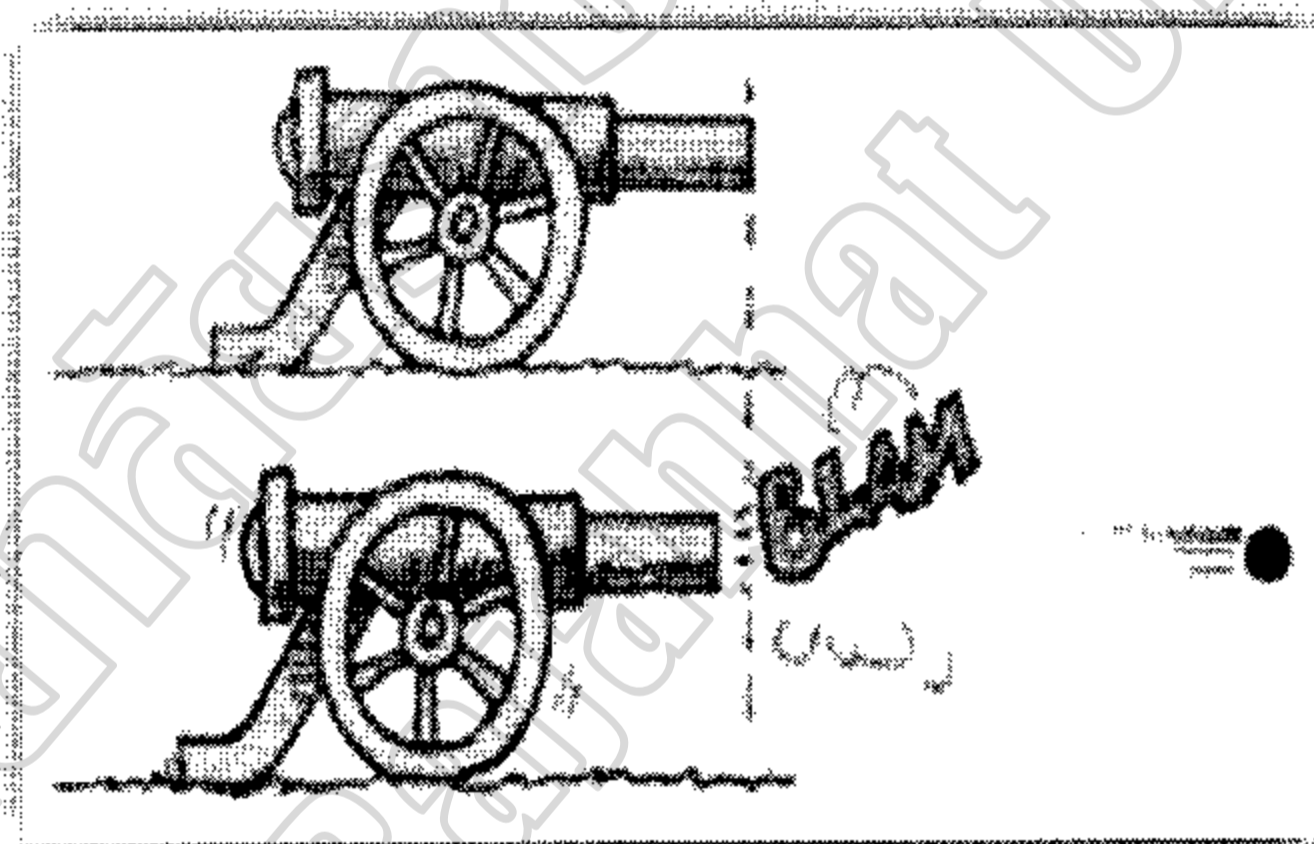
ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ข	6	ข
2	ข	7	ก
3	ค	8	ข
4	ง	9	ก
5	ค	10	ง

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ชุดที่ 6 การระเบิด



จัดทำโดย

นางศิริินภา นกแก้ว

ตำแหน่ง คศ.1

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32





## ใบความรู้ เรื่องการระเบิด

### การระเบิด

คือ การที่วัตถุมีการแยกหรือแตกออกจากกัน โดยมีแรงภายนอกมากระทำ ซึ่งมีเงื่อนไขเหมือนกับการชน ใน 2 ลักษณะ ที่กล่าวมาแล้ว คือ

$$\sum \bar{P}_{\text{ก่อนระเบิด}} = \sum \bar{P}_{\text{หลังระเบิด}}$$

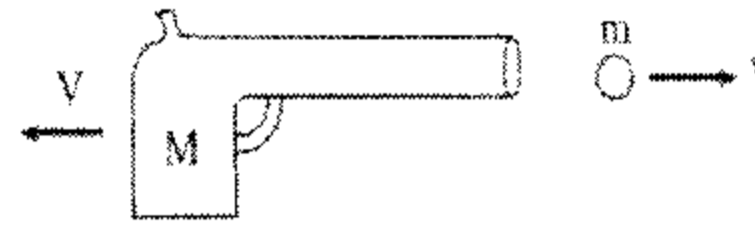
ส่วนพลังงานจลน์ของวัตถุในระเบิด พบว่าผลรวมพลังงานจลน์หลังการระเบิด จะมีค่ามากกว่าผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนระเบิด เนื่องในการระเบิดมีการเปลี่ยนพลังงานรูปต่างๆ เป็นพลังงานจลน์ จึงได้ว่า

$$\sum E_{\text{ก่อนระเบิด}} = \sum E_{\text{หลังระเบิด}}$$

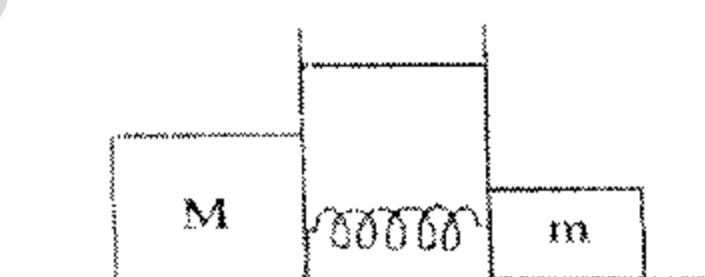
ลักษณะของการระเบิดแยกออกได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การระเบิดแบบแยกออกจากกัน การระเบิดของวัตถุลักษณะนี้วัตถุจะแยกจากกันเป็นส่วน ๆ เช่น

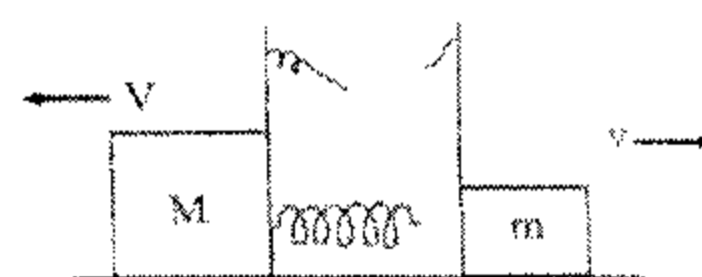
ก. การยิงปืน เดิมกระสุนและปืนอยู่ด้วยกัน ตัวปืนมีมวล  $M$  ลูกปืนมีมวล  $m$  หลังยิงลูกปืนมีความเร็ว  $v$  ตัวปืนมีความเร็วถอยหลัง  $V$



ข. มวลอัดสปริง วัตถุมวล  $M$  และ  $m$  ผูกติดกันด้วยเชือกและมีสปริงติดอยู่มวลก้อนใดก้อนหนึ่ง เมื่อตัดเชือกขาด มวล  $M$  และ  $m$  จะเคลื่อนที่ออกจากกันด้วยความเร็ว  $V$  และ  $v$  ตามลำดับ



ก่อนระเบิด



หลังระเบิด



## ใบความรู้ เรื่องการระเบิด

ก. คนกระโดดจากเรือ เดิมคนมีมวล  $m$  อยู่บนเรือ ซึ่งมีมวล  $M$  เมื่อคนกระโดดออกจากเรือด้วยความเร็ว  $v$  เรือจะเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็ว  $V$



จากตัวอย่างการระเบิดแบบแยกออกจากกัน ได้สมการดังนี้

$$\begin{aligned} \sum \vec{P}_{\text{ก่อนระเบิด}} &= \sum \vec{P}_{\text{หลังระเบิด}} \\ 0 &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ &= M(-V) + mv \\ \boxed{mv} &= \boxed{MV} \end{aligned}$$

ง. คนกระโดดจากเรือซึ่งกำลังเคลื่อนที่ เดิมคนมีมวล  $m$  ยืนอยู่บนเรือ  $M$  ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $u$  แล้วกระโดดออกจากเรือทางด้านหน้าด้วยความเร็ว  $v$  ทำให้เรือมีความเร็ว  $V$



เมื่อคนกระโดดออกจากเรือแล้วจะได้ว่า

$$\begin{aligned} \sum \vec{P}_{\text{ก่อนระเบิด}} &= \sum \vec{P}_{\text{หลังระเบิด}} \\ (m+M)u &= mv + MV \\ mu + Mu - mv &= MV \\ m(u-v) + Mu &= MV \end{aligned}$$

$$\boxed{V = \frac{m(u-v) + Mu}{M}}$$



## ใบความรู้ เรื่องการระเบิด

2. การระเบิดแบบสัมพัทธ์ โดยภายหลังการระเบิดวัตถุยังอยู่ด้วยกัน การคำนวณความเร็วของวัตถุแต่ละก้อน ให้คิดเทียบกับพื้นโลก เช่น

ก. คนเดินบนเรือซึ่งอยู่นิ่ง ให้คนมีมวล  $m$  ยืนอยู่บนเรือมวล  $M$  เมื่อคนเดินด้วยความเร็ว  $v$  จะทำให้เรือเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามด้วยความเร็ว  $V$



ขณะที่คนเดินความเร็ว  $v$  เรือจะเคลื่อนที่ถอยหลังจากคน  $V$  เมื่อเทียบกับพื้นโลก ดังนั้น คนจะมีความเร็ว  $(v - V)$  เมื่อเทียบกับโลก ดังนั้น

$$\begin{aligned} \sum \bar{P}_{\text{ก่อนระเบิด}} &= \sum \bar{P}_{\text{หลังระเบิด}} \\ 0 &= m(v - V) + M(-V) \\ 0 &= m(v - V) - MV \\ m(v - V) &= MV \\ mv - mV &= MV \\ mv &= (m+M)V \end{aligned}$$

$$V = \frac{mv}{m + M}$$

ข. คนเดินบนเรือซึ่งกำลังเคลื่อนที่ ให้คนมีมวล  $m$  ยืนอยู่บนเรือมวล  $M$  ซึ่งมีความเร็ว  $u$  เมื่อคนเริ่มเดินด้วยความเร็ว  $v$  เรือจะมีความเร็ว  $V$





## ใบความรู้ เรื่องการระเบิด

$$\begin{aligned}
 \sum \vec{P}_{\text{ก่อนระเบิด}} &= \sum \vec{P}_{\text{หลังระเบิด}} \\
 (m + M)u &= m(v + V) + MV \\
 mu + Mu &= mv + mV + MV \\
 mu - mv + Mu &= (m + M)V \\
 \frac{m(u - v) + Mu}{m + M} &= V
 \end{aligned}$$

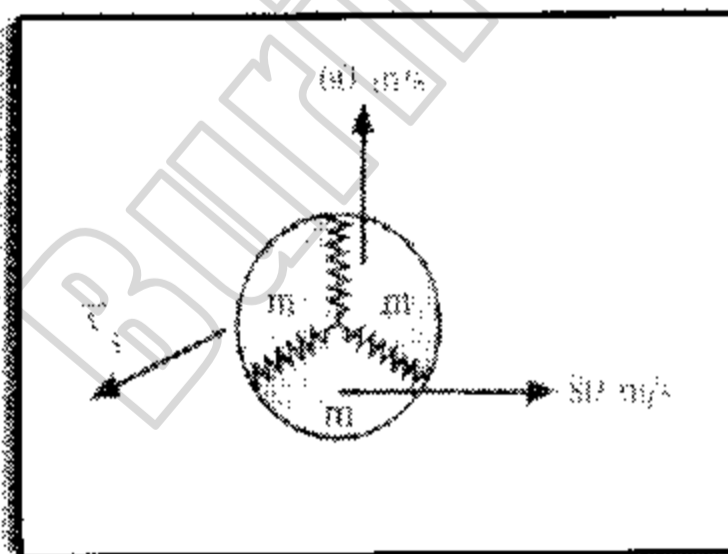
$$V = \frac{m(u - v) + Mu}{m + M}$$

**ตัวอย่างที่ 1** ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนล้อเลื่อนมวล 20 กิโลกรัม แล้วขว้างวัตถุมวล 2 กิโลกรัม ออกไปตรงๆ ในแนวระดับด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที จงหาความเร็วของล้อเลื่อน

วิธีทำ

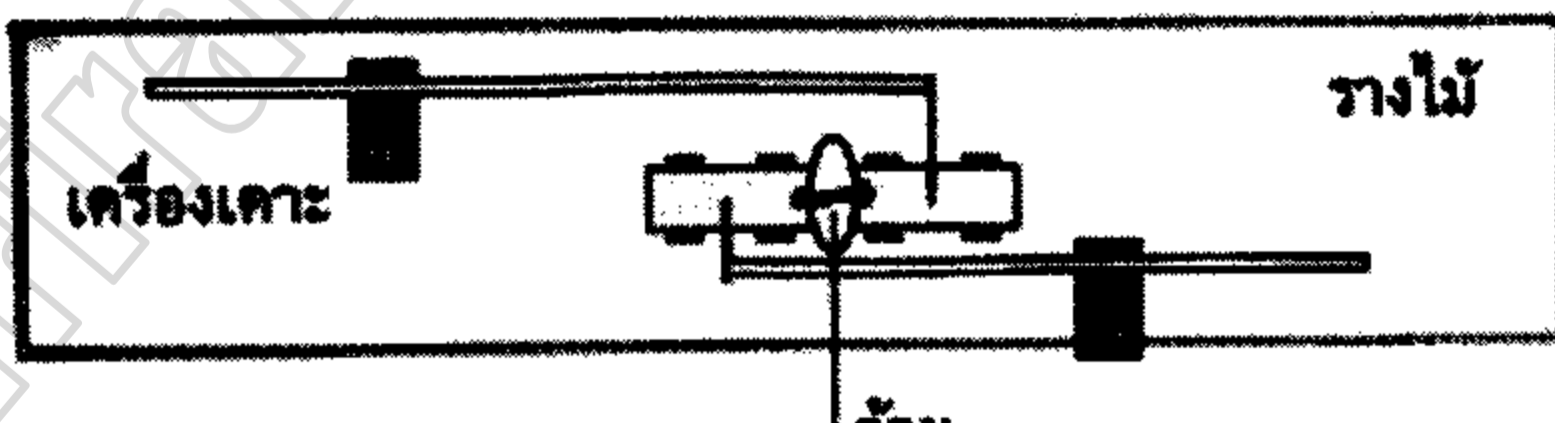
$$\begin{aligned}
 \sum \vec{P}_{\text{ก่อนขว้าง}} &= \sum \vec{P}_{\text{หลังขว้าง}} \\
 m_1u_1 + m_2u_2 &= m_1v_1 + m_2v_2 \\
 0 &= (60 + 20)v_1 + 2 \times 10 \\
 v_1 &= -0.25 \text{ m/s (ล้อเลื่อนเคลื่อนที่ถอยหลัง)}
 \end{aligned}$$

**ตัวอย่างที่ 2** ระเบิดลูกหนึ่งวางอยู่นิ่งอยู่ เกิดระเบิดออกเป็น 3 ส่วน มวลเท่ากัน สองชิ้นแรก กระเด็นไปด้วยความเร็ว 60 m/s และ 80 m/s ในทิศตั้งฉากกัน ดังรูป ชิ้นที่ 3 จะกระเด็นไปด้วยความเร็วเท่าใด



วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \sum \vec{P} &= 0 \\
 (mv_3)^2 &= (mv_1)^2 + (mv_2)^2 \\
 v_3^2 &= 60^2 + 80^2 \\
 v_3 &= 100 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

ใบกิจกรรมที่ 1	
การทดลอง เรื่องการคดและแรงคด	10 คะแนน
กลุ่มที่ .....	
1. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
2. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
3. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
4. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
5. ....	ชั้น ..... ห้อง ..... เลขที่ .....
ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....	
<b>จุดประสงค์</b>	
เพื่อศึกษาผลรวมของ โมเมนต์และผลรวม ของพลังงานจลน์ของรถทดลองก่อนและ หลังจากการคดตัวแยกออกจากกันหลังการระเบิด	
<b>วัสดุอุปกรณ์</b>	
รถทดลองสองคันพร้อมสปริง เครื่องเคาะสัญญาณเวลา 2 เครื่องรางไม้	
<b>วิธีการทดลอง</b>	
คดแผ่นสปริงเข้ากับรถทดลองคันหนึ่งแล้วนำรถทดลองอีกคันหนึ่งมาอัดกับแผ่นเหล็กสปริง ของรถทดลองคันแรกโดยใช้ด้ายผูกโยงรถทดลองทั้งสองไว้ด้วยกัน ให้รถทดลองทั้งสองคันอัด แผ่นเหล็กสปริงเข้าไปพอสมควร แล้ววางรถทั้งสองไว้ประมาณกลางรางไม้	
	
รูปที่ 1 การติดตั้งเครื่องมือศึกษาการระเบิด	
เตรียมคดเครื่องวัดความเร็วหลังจากตัดด้ายให้รถทั้งสองคดแยกออกจากกัน อาจทำ ดังรูปที่ 1 เมื่อพร้อมแล้วใช้กรรไกรตัดด้ายให้รถคดออกจากกัน	

### สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### คำถามท้ายกิจกรรม

1. กรณีที่มวลของรถเท่ากัน ความเร็วของรถทั้งสองที่แยกจากกันมีขนาดเท่ากันหรือไม่

ตอบ .....

.....

.....

2. และกรณีที่เพิ่มมวลคันคันหนึ่งเป็น 2 หรือ 3 เท่า ความเร็วของรถทั้งสองเป็นอย่างไร และขนาดของโมเมนตัมเป็นอย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

3. โมเมนตัมก่อนชน (ก่อนระเบิด) เป็นศูนย์ โมเมนตัมรวมหลังระเบิดเป็นเท่าไร

ตอบ .....

.....

.....

4. หลักการอนุรักษ์โมเมนตัมใช้ได้หรือไม่ กับการทดลองนี้

ตอบ .....

.....

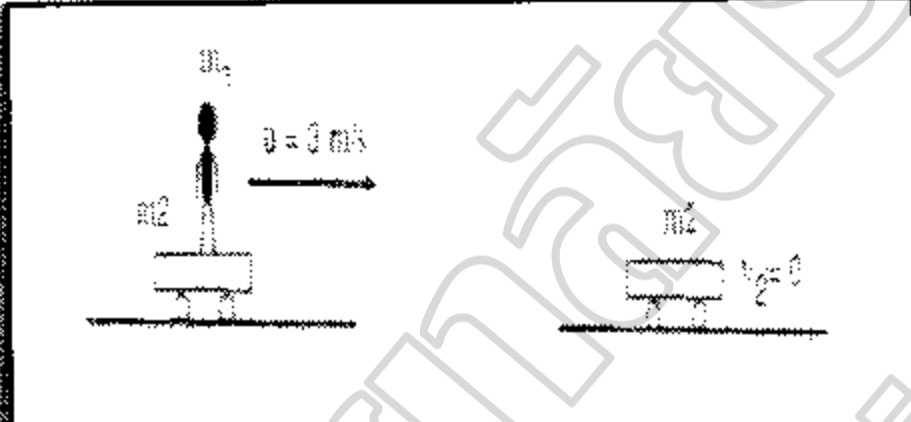
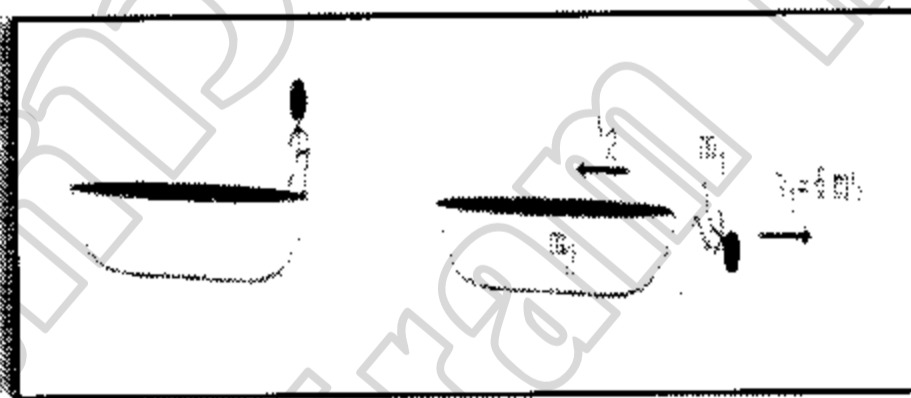
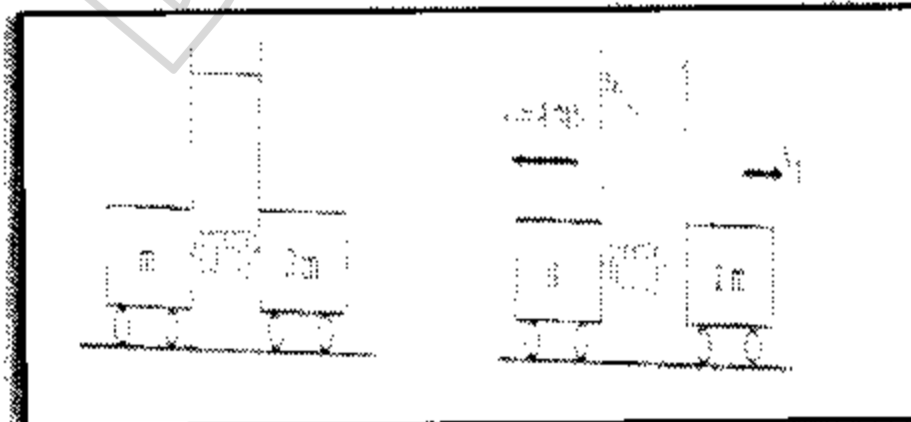
.....

5. หลังจากรถทดลองทั้งสองคิดตัวแยกออกจากกัน รถทดลองทั้งสองเคลื่อนที่อย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 ตอบปัญหา	จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน	เต็ม 5 คะแนน
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <b>คำสั่ง</b> </div> <b>จงแสดงวิธีทำ</b> </div>		
<p>1. จงอธิบายความหมายของการระเบิด</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>2. ยกตัวอย่างการระเบิดที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน</p> <p><u>ตอบ</u> .....</p> <p>.....</p>		
<p>3. ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนล้อเลื่อน 40 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3 เมตร/วินาที ถ้าชายคนนี้ต้องการ ให้ล้อเลื่อนหยุด เขาจะต้องกระโดดออกจาก รถอย่างไร</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;">  </div> <div> <p><u>ตอบ</u> ..... m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> </div>		
<p>4. ชายคนหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม ยืนอยู่บนหัวเรือ มวล 75 กิโลกรัม ถ้าชายคนนี้พุ่งตัวลงน้ำด้วยความเร็ว 6 เมตร/วินาที จงหาความเร็วจากเรือหลังจากชายคนนี้พุ่งตัวลงน้ำ</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;">  </div> <div> <p><u>ตอบ</u> ..... m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> </div>		
<p>5. รถทดลอง 2 คัน คันหนึ่งมวล <math>m</math> มีสปริง ติดอยู่หน้ารถ อีกคันหนึ่งมีมวล <math>2m</math> นำมากดสปริงหน้ารถคันแรก แล้วใช้เชือกผูกหน้ารถ 2 คัน ไว้ด้วยกัน ดังรูป เมื่อตัดเชือกออก รถคันแรกเคลื่อนที่ทันทีด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที จงหาความเร็วของรถคันที่สอง</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;">  </div> <div> <p><u>ตอบ</u> ..... m/s</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> </div>		

<b>ใบกิจกรรมที่ 3</b> <b>แผนผังมโนทัศน์</b> <b>(Concept Mapping)</b>	<b>จำนวน 1 ข้อ</b> <b>5 คะแนน</b>	<b>เต็ม 5 คะแนน</b>
<div data-bbox="415 727 634 926" style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>คำสั่ง</b> </div> <div data-bbox="661 786 1533 926" style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <p>นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการระเบิด เป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)</p> </div>		



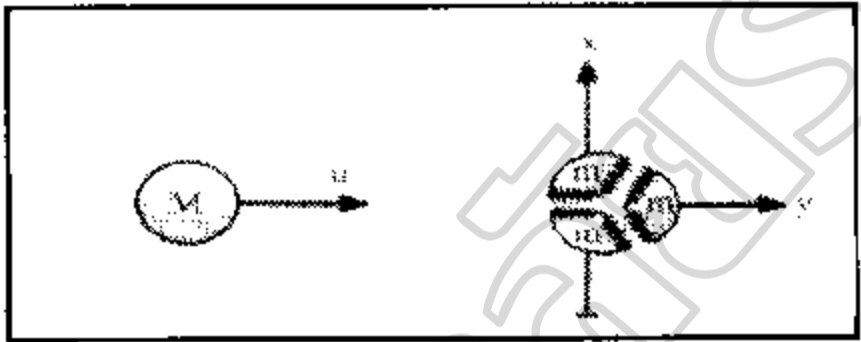
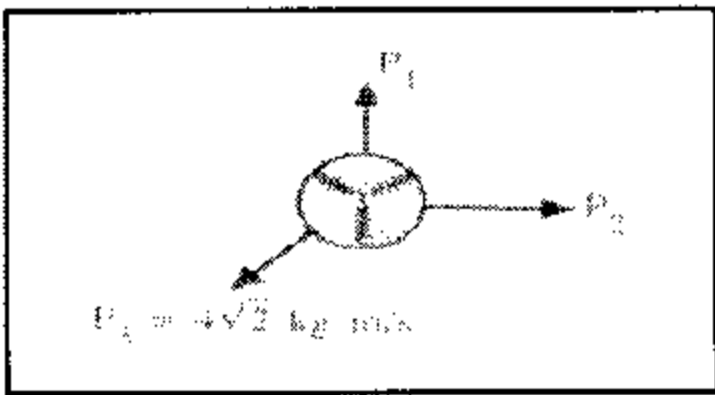
**แบบทดสอบ**  
**เรื่องการระเบิด**



**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน
2. ให้กากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ถ้ากระสุนปืนใหญ่ ซึ่งถูกยิงออกไปเกิดระเบิดขึ้นกลางอากาศ ลูกปืนใหญ่นั้นมีปริมาณในข้อใดต่อไปนี	
ก. โมเมนตัมทั้งหมดเพิ่มขึ้น	ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง
ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น	ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดลดลง
2. วัตถุหนึ่งเมื่อระเบิดแตกออกเป็น 2 เสียง จะเกิดสิ่งใด	
ก. ทั้ง 2 เสียง เคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกันข้ามในบางครั้ง	
ข. ทั้ง 2 เสียง มีพลังงานจลน์เท่ากันเสมอ	
ค. ทั้ง 2 เสียง มีโมเมนตัมเท่ากันเสมอ	
ง. ผลรวมโมเมนตัมทั้ง 2 เสียง ต้องเท่ากับโมเมนตัมก่อนการระเบิด	
3. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับวัตถุก้อนหนึ่งเดิมอยู่นิ่งระเบิดเป็น 2 ชิ้น ขนาดเท่ากันไปคนละทิศ	
ก. ส่วนที่แยกออกต้องมีทิศตรงข้าม	ข. ส่วนที่แยกออกทั้งสองต้องทำมุมฉากต่อกัน
ค. ผลรวมของโมเมนตัมต้องเท่ากับศูนย์	ง. ข้อ ก และ ค ถูก
4. วัตถุหนึ่งเดิมอยู่นิ่งแล้วระเบิดออกกลายเป็น 3 ส่วน หลังการระเบิดทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้ง 3 ส่วน ที่เป็นไปได้ คือ ข้อใด	
ก.	ข.
ค.	ง.

5. จงพิจารณาข้อใดถูกต้อง			
1. วัตถุที่มีพลังงานขณะเดียวกันต้องมีโมเมนตัม			
2. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์ พลังงานของระบบชนจะมากกว่าพลังงานของระบบหลังชน			
3. วัตถุหนึ่งหยุดนิ่งระเบิดออกเป็นสองชิ้น ขนาดโมเมนตัมของแต่ละชิ้นหลังระเบิดจะเท่ากัน แต่ทิศตรงข้าม			
4. ความหมายของการชน ผิดของวัตถุไม่จำเป็นต้องสัมผัสกันก็ได้			
ก. 1 2 และ 3	ข. 1 3 และ 4	ค. 3 เท่านั้น	ง. ถูกทุกข้อ
6. เมล็ดพืชชนิดหนึ่งขณะตกลงสู่พื้นด้วยความเร็วตามแนวตั้งขนาด $V_0$ เกิดการคิดตัวแยกออกจากกันของเมล็ดเป็นสองส่วนเท่ากัน ส่วนหนึ่งมีความเร็วขนาด $V_0$ ในทิศทางเคลื่อนที่ขึ้น อีกส่วนหนึ่งจะมีขนาดความเร็วเท่าใด			
ก. $\frac{1}{2} V_0$	ข. $\frac{3}{2} V_0$	ค. $2 V_0$	ง. $3 V_0$
7.	จากรูป มวล $M$ กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $u$ แล้วระเบิดออก ผลรวมของโมเมนตัมหลังระเบิดเป็นเท่าใด		
			
ก. $Mu$	ข. $My$	ค. $mx + my + mz$	ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ
8. เด็กคนหนึ่งมวล 30 kg ยืนอยู่บนเรือลอยอยู่ในบึง ขว้างสมอเรือมวล 1 kg ออกไปด้วยความเร็ว 8 m/s ในแนวระดับ ถ้าเรือมีมวล 20 kg จงหาว่าเรือลอยหลังด้วยอัตราเร็วเท่าใด			
ก. 0.16 m/s	ข. 1.6 m/s	ค. 3.2 m/s	ง. 0.32 m/s
9. ยิงปืนมวล 10 g ออกไปด้วยความเร็ว 500 m/s เข้าฝังในแท่งไม้มวล 10 kg ซึ่งแขวนไว้ในแนวตั้งอยากทราบว่าแท่งไม้จะแกว่งสูงจากเดิมเท่าไร			
ก. 0.1 m	ข. 0.2 m	ค. 0.3 m	ง. 0.4 m
10. ลูกระเบิดมวล 1.2 kg ระเบิดออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน ส่วนที่หนึ่งและส่วนที่สองมีอัตราเร็วเท่ากัน และทำมุมฉากกัน ถ้าส่วนที่สามมีโมเมนตัม $4\sqrt{3}$ kg.m/s ส่วนที่หนึ่งมีความเร็วเท่าใด			
			
ก. 10 m/s	ข. 20 m/s	ค. 30 m/s	ง. 40 m/s

## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

### สรุปผลการทำกิจกรรม

1. ก่อนตัดเส้นด้ายโมเมนต์ของรถทดลองทั้งสองคันเท่ากับศูนย์ และพลังงานจลน์ของรถทดลองทั้งสองคันเท่ากับศูนย์ด้วย เพราะรถทดลองอยู่นิ่ง เมื่อตัดเส้นด้ายแล้วสปริงจะดีดออก และถ่ายโอนพลังงานศักย์ยืดหยุ่นให้แก่รถทั้งสอง พลังงานศักย์ยืดหยุ่นจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ ทำให้รถทั้งสองเคลื่อนที่แยกออกจากกัน

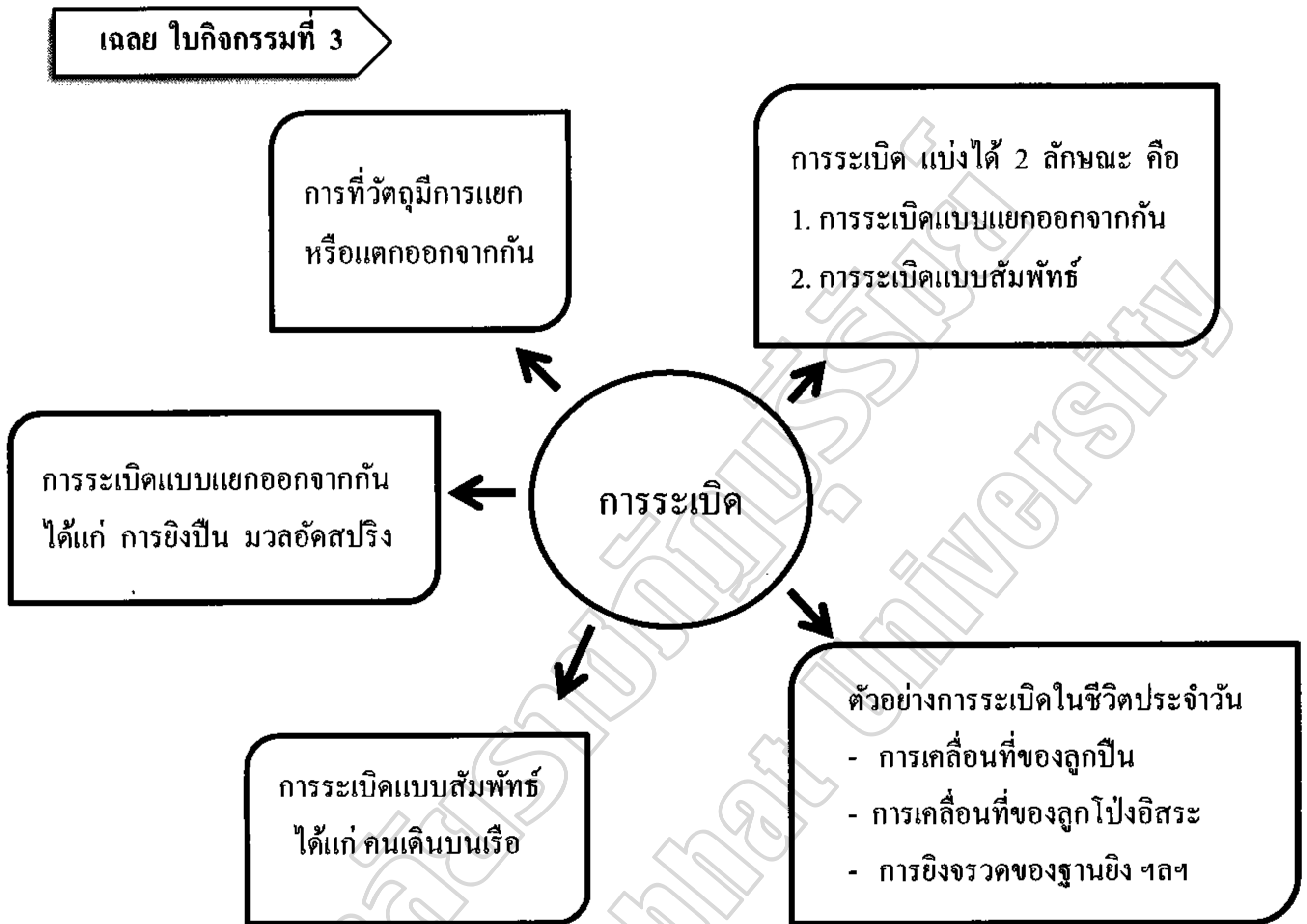
2. โมเมนต์รวมของรถทดลองก่อนการแยกตัวออกจากกัน และหลังแยกออกจากกันคงตัวเท่ากับศูนย์เช่นเดิม แต่พลังงานจลน์รวมของรถทดลองภายหลังการแยกตัวไม่เป็นศูนย์ เพราะรถทดลองทั้งสองต่างก็เคลื่อนที่ไปในทิศตรงกันข้ามกัน

### คำถามท้ายกิจกรรม

1. เท่ากัน
2. ความเร็วไม่เท่ากัน โมเมนต์เท่าศูนย์
3. ศูนย์
4. ใช้ได้
5. แยกกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน

## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2

1. การที่วัตถุมีการแยกหรือแตกออกจากกัน
2. การเคลื่อนที่ของลูกปืน การเคลื่อนที่ของปลาหมึก การเคลื่อนที่ของจรวด
3. 5 m/s
4. 4 m/s
5. 2 m/s



**เฉลย แบบทดสอบ**

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ง  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง

1. จงกากบาท (X) เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
2. ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที

1. ลูกบอลมวล 2.0 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 1.25 เมตร ในแนวตั้ง กระแทกพื้นราบแล้วสะท้อนขึ้นไปสูงสุด 0.45 เมตร ถ้าลูกบอลกระทบพื้นเป็นเวลา 0.1 วินาที ข้อความใดถูกต้อง

1. การคลที่พื้นกระทำต่อลูกบอลมีขนาดเป็น 4.0 N.s
2. พื้นออกแรงเฉลี่ยกระทำต่อลูกบอลมีขนาด 160 N
3. การกระทบพื้นลูกบอลสูญเสียพลังงานจลน์ไป 160 J

ก. 1 2 3

ข. 1 และ 3

ค. 2 และ 3

ง. 2

2. ปล่อยก้อนหินมวล 2 kg ให้ตกจากที่สูง 5 เมตร เหนือพื้นดิน จงหาโมเมนตัมของก้อนหินเมื่อกระทบพื้น ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

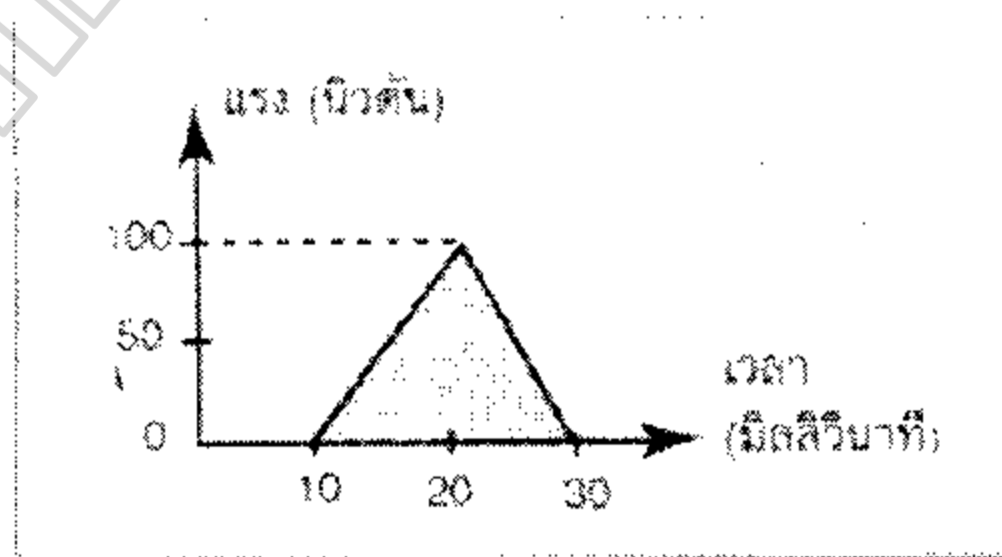
ก. 10 kg.m/s

ข. 20 kg.m/s

ค. 30 kg.m/s

ง. 45 kg.m/s

3. ลูกบอลมวล 25 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 25 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ ชายคนหนึ่งใช้ไม้ตีลูกบอลสวนออกมาในทิศตรงข้าม แรงที่กระทำต่อลูกบอลกับเวลาที่ลูกบอลกระทบไม้ตีแทนได้ ดังกราฟ อยากทราบว่าลูกบอลจะมีความเร็วเป็นเท่าไร ภายหลังจากกระทบไม้



ก. 15 m/s

ข. 25 m/s

ค. 35 m/s

ง. 45 m/s

4. เด็กคนหนึ่งขว้างลูกบอลมวล 50 กรัม ลงบนพื้นเรียบด้วยอัตราเร็ว 30 เมตร/วินาที แล้วทำมุม  $30^\circ$  กับพื้นเรียบ ถ้าลูกบอลสะท้อนด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม และเวลาของการกระทบเท่ากับ 0.03 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่พื้นกระทบต่อลูกบอลเป็นเท่าไร

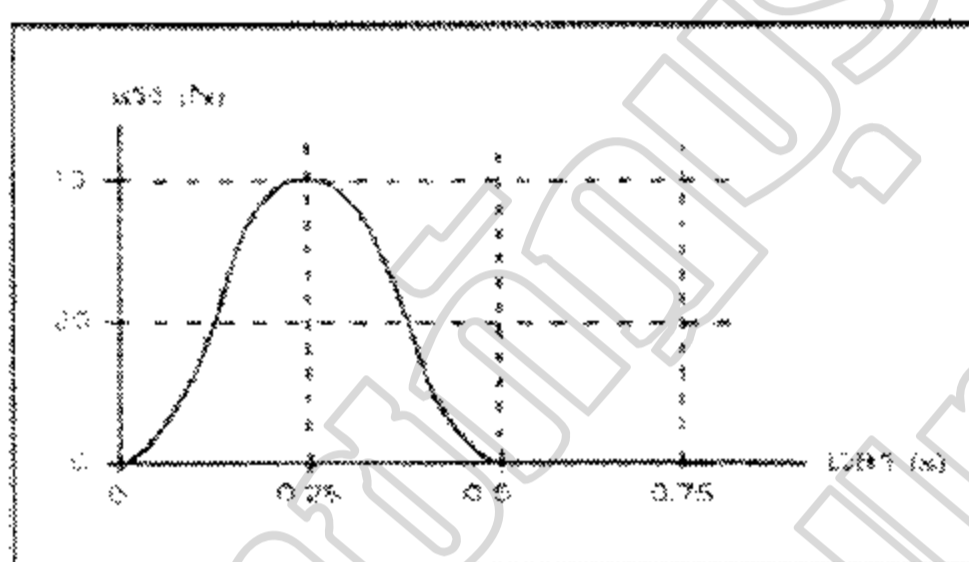
ก. 10 N

ข. 30 N

ค. 50 N

ง. 70 N

5. จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาของวัตถุที่กระทบกัน ถ้าพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ 2.5 kg แรงเฉลี่ยกระทำต่อวัตถุมีค่าเท่าใด



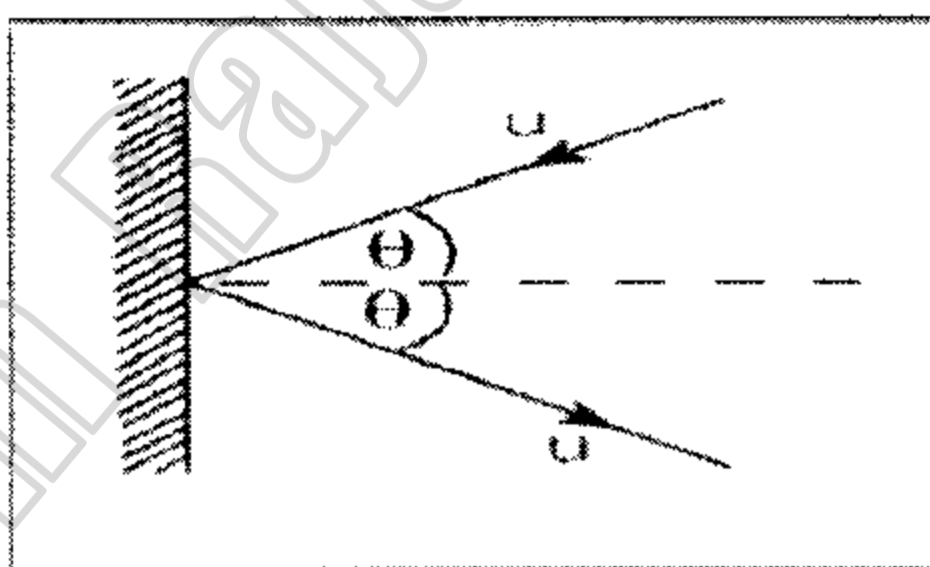
ก. 5 N

ข. 15 N

ค. 20 N

ง. 30 N

6. ลูกบอลมวล  $m$  วิ่งชนกำแพงด้วยความเร็ว  $u$  โดยทำมุม  $\theta$  กับเส้นตั้งฉากกับกำแพงและสะท้อนออกด้วยความเร็ว  $u$  และทำมุม  $\theta$  กับเส้นตั้งฉาก ดังรูป ถ้าลูกบอลใช้เวลา  $t$  ในการกระทบแรงเฉลี่ยที่ลูกบอลกระทำต่อกำแพงเป็นเท่าไร



ก.  $\frac{2mu \sin \theta}{t}$

ข.  $\frac{2mu \cos \theta}{t}$

ค.  $\frac{mu \sin \theta}{t}$

ง.  $\frac{2mu \cos \theta}{t}$

7. ลูกปืนมวล 5 กรัม ถูกยิงด้วยความเร็ว 1000 เมตร/วินาที เข้าไปในแท่งไม้มวล 5 กิโลกรัม ที่วางอยู่บนโต๊ะ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแท่งไม้กับโต๊ะเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.25 แท่งไม้จะไถลไปได้ไกลเท่าใด

ก. 0.20 m

ข. 0.40 m

ค. 1.25 m

ง. 2.50 m

8. ลูกปืนมวล 3 กรัม มีความเร็ว 700 เมตร/วินาที วิ่งทะลุผ่านแท่งไม้มวล 600 กรัม เกิดการคล ทำให้แท่งไม้มีความเร็ว 2 เมตร/วินาที จงหาความเร็วของลูกปืนหลังทะลุผ่าน

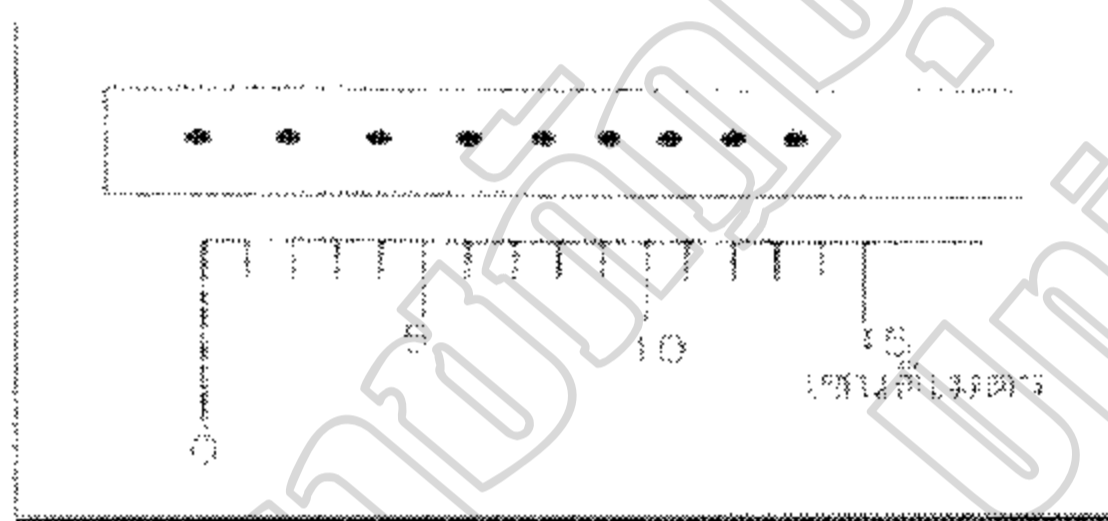
ก. 150 m/s

ข. 300 m/s

ค. 350 m/s

ง. 500 m/s

9. ในการทดลองเกี่ยวกับการชนของรถทดลอง 2 คัน A และ B บนพื้นราบที่ไม่มีความเสียดทาน รถ A มวล 0.5 กิโลกรัม วิ่งเข้าชนรถ B ซึ่งอยู่กับที่ภายหลังชนรถทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป เมื่อนำแถบกระดาษที่ติดไว้กับมวล A และผ่านเครื่องเจาะสัญญาณเวลา จะมีลักษณะดังแถบที่แสดง จงหาว่ารถ B ที่ใช้ในการทดลองนี้มีมวลกี่กิโลกรัม



ก. 0.3 kg

ข. 0.5 kg

ค. 0.7 kg

ง. 1.0 kg

10. ลูกปืนมวล 4 กรัม มีความเร็ว 1000 เมตร/วินาที ยิงทะลุแผ่นไม้หนัก 800 กรัม ที่ห้อยแขวนไว้ด้วยเชือกยาว หลังจากทะลุแผ่นไม้ ลูกปืนมีความเร็ว 400 เมตร/วินาที จงหาว่าแท่งไม้จะแกว่งขึ้นไปสูงจากจุดหยุดนิ่งเท่าใด

ก. 0.12 m

ข. 0.45 m

ค. 3.25 m

ง. 6.50 m

11. ในรูปที่ 1 2 และ 3 แสดงการชนของมวล 2 ก้อน ซึ่งขนาดบอกด้วยตัวเลขในวงกลม และมีหน่วยเป็นกิโลกรัม รูปใดที่เป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ข้อที่	ก่อนชน	หลังชน
1		
2		
3		

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 2

ง. 3



12. วัตถุเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยอัตราเร็ว  $4u$  ที่ตำแหน่งสูงสุด และขณะนั้นวัตถุได้แตกออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน ส่วนหนึ่งตกลงในแนวดิ่ง อัตราเร็วในแนวราบของส่วนที่สองเป็นเท่าใด

ก.  $2u$  ข.  $4u$

ค.  $6u$  ง.  $8u$

13. เครื่องบินอยู่ในแนวระดับเหนือพื้นดิน ขณะที่มีความเร็ว  $u$  ได้ยิงวัตถุ  $m$  ตรงออกไปข้างหน้า ด้วยความเร็ว  $v$  สัมพัทธ์กับเครื่องบิน ปรากฏว่าในทันทีที่วัตถุหลุดออกจากเครื่องบินแล็กกลับแตกออกเป็น 2 ชิ้น มวลเท่ากันชิ้นหนึ่งตกลงในแนวดิ่ง อยากทราบว่าอีกชิ้นหนึ่งจะมีความเร็วในทันทีที่แยกออกจากกันเท่าไร

ก.  $v$  ข.  $u + v$

ค.  $2(u + v)$  ง. ค.  $2(u - v)$

14. วัตถุ A มวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนผิวโต๊ะราบเกลี้ยงด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที พุ่งเข้าชนกับวัตถุ B มวล 5 กิโลกรัม ที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเดียวกัน ด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที หลังชนพบว่าวัตถุมวล B เคลื่อนที่ไปทางทิศเดิม ด้วยความเร็ว 6 เมตรต่อวินาที การชนทำให้พลังงานจลน์หายไปกี่จูล

ก. 50 J ข. 60 J

ค. 75 J ง. 90 J

15. มวล A วิ่งด้วยอัตราเร็ว 1.0 เมตร/วินาที เข้าชน B ซึ่งมีอยู่นิ่ง หลังจากการชนมวล B วิ่งไปในทิศ 30 องศา กับแนวเดิมของ A หลังการชน A จะวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าใด และในทิศทำมุมเท่าใดกับแนวเดิม

ก. 0.50 m/s และ  $30^\circ$  ข. 0.50 m/s และ  $60^\circ$

ค. 0.86 m/s และ  $30^\circ$  ง. 0.86 m/s และ  $60^\circ$

16. วัตถุหนึ่งก้อนหนึ่งมีมวล  $m$  กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็ว  $v$  ทิศไปทางขวามือแล้วระเบิดออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 มีความเร็ว  $4v$  ในแนวระดับ ทิศไปทางขวามือ

ส่วนที่ 2 มีความเร็ว  $\frac{v}{3}$  ในแนวดิ่ง ทิศขึ้น

ส่วนที่ 3 มีความเร็ว  $\frac{2v}{3}$  ในแนวดิ่งทิศลง

อัตราส่วนของมวล ส่วนที่ 1 : ส่วนที่ 2 : ส่วนที่ 3

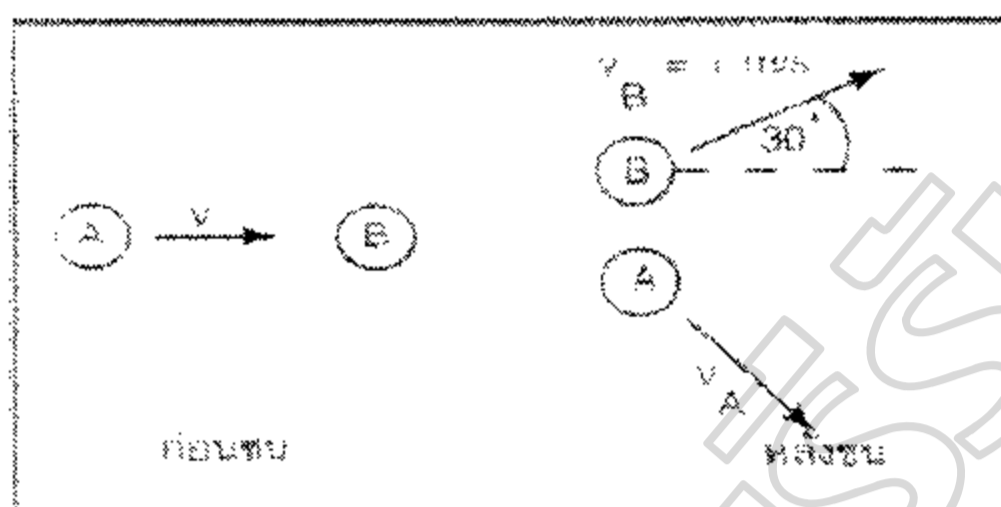
ก. 1 : 2 : 1

ข. 2 : 1 : 6

ค. 3 : 2 : 1

ง. 2 : 2 : 1

17. วัตถุมวล A มีมวลเท่ากับวัตถุ B เท่ากับ  $m$  วัตถุทั้งสองวางบนพื้นราบไม่มีความฝืด เมื่อให้ A เข้าชนวัตถุ B แล้วทำให้ B เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $1 \text{ m/s}$  ในทิศทำมุม  $30^\circ$  กับแนวการเคลื่อนที่เข้าชนตามรูป ความเร็วของวัตถุ A ก่อนชนมีค่าเท่าใด ถ้าเป็นการชนเป็นแบบยืดหยุ่น



ก.  $\frac{1}{\sqrt{3}} \text{ m/s}$

ค.  $\sqrt{3} \text{ m/s}$

ข.  $\frac{2}{\sqrt{3}} \text{ m/s}$

ง.  $\frac{3}{\sqrt{3}} \text{ m/s}$

18. ลูกฟุตบอลมวล  $0.3$  กิโลกรัม ถูกเตะจากสภาพที่หยุดนิ่งให้ลอยไปในอากาศด้วยอัตราเร็วต้น  $10$  เมตรต่อวินาที ถ้ำรองเท้าของนักฟุตบอลกระทบลูกฟุตบอลนาน  $5 \times 10^{-3}$  วินาที จงหาแรงดลในหน่วยนิวตันที่กระทำต่อลูกฟุตบอลโดยคิดว่าแรงกระทำนี้ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและมีค่าคงตัว

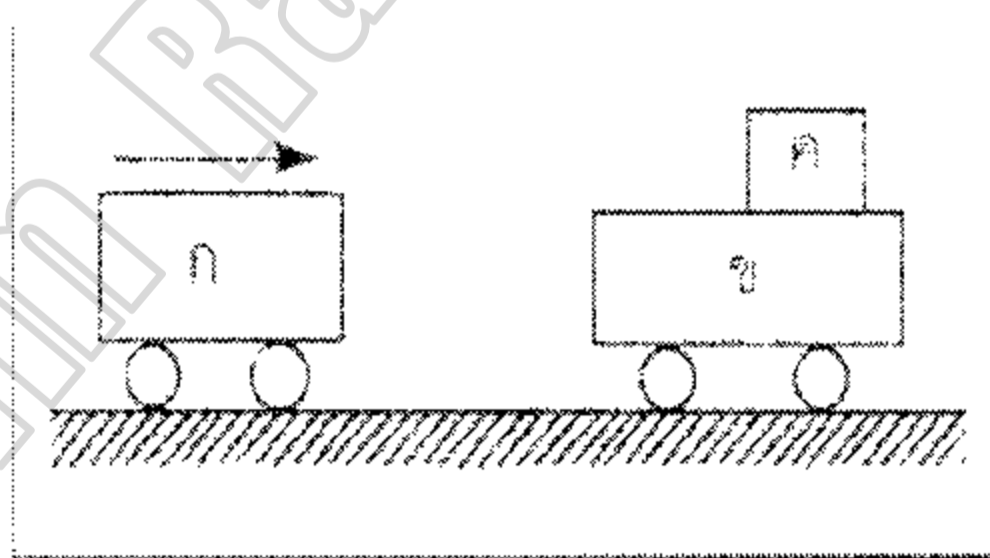
ก.  $150 \text{ N}$

ค.  $600 \text{ N}$

ข.  $300 \text{ N}$

ง.  $800 \text{ N}$

19. รถเลื่อน ก มวล  $10$  กิโลกรัม มีความเร็ว  $2$  เมตร/วินาที แล่นเข้าชนรถเลื่อน ข มวล  $15$  กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่ง และมีของ ค มวล  $5$  กิโลกรัม วางอยู่ หลังการชนรถเลื่อน ก และ ข จะพุ่งติดกันไปด้วยกัน ความเร็วของรถเลื่อนทั้งสองทันทีหลังการชนจะเท่าใด



ก.  $\frac{2}{3} \text{ m/s}$

ค.  $1 \text{ m/s}$

ข.  $\frac{4}{5} \text{ m/s}$

ง.  $\frac{4}{3} \text{ m/s}$

20. วัตถุก้อนหนึ่งมวล 0.2 กิโลกรัม ถูกเตะจากสภาพที่หยุดนิ่งให้ลอยไปในอากาศด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที นาน 0.05 วินาที จงหาแรงคลในหน่วยนิวตันที่กระทำต่อวัตถุนี้โดยคิดว่าแรงกระทำนี้ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและมีค่าคงตัว

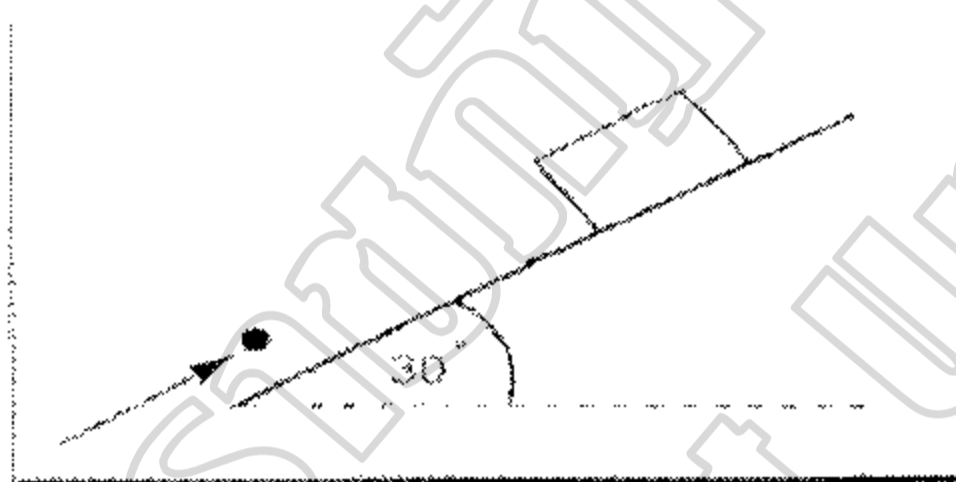
ก. 10 N

ข. 20 N

ค. 40 N

ง. 70 N

21. มวล 20 กรัม ถูกยิงออกมาด้วยความเร็ว 816 m/s วิ่งเข้าฝังติดเนื้อไม้ท่อนซึ่งวางนิ่งอยู่บนพื้นเอียงซึ่งทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ ถ้าท่อนไม้มีมวล 1 kg จงหาระยะทางตามแนวพื้นเอียงที่ท่อนไม้เคลื่อนที่ไปได้สูงสุด สมมติว่าไม่มีความเสียดทานระหว่างท่อนไม้กับพื้นเอียง โดยกำหนดให้  $g = 10 \text{ m/s}^2$



ก. 6.40 m

ข. 12.8 m

ค. 13.25 m

ง. 25.6 m

22. ลูกบิลเลียดสีขาวมีอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที วิ่งชนลูกบิลเลียดสีดำที่หยุดนิ่ง หลังจากชนแล้วลูกบิลเลียดทั้งสองวิ่งไปทางทิศเดียวกัน ถ้าลูกสีขาวมีอัตราเร็วหลังชนเป็น 1 เมตร/วินาที จงหาว่าลูกสีดำจะมีอัตราเร็วกี่เมตร/วินาที

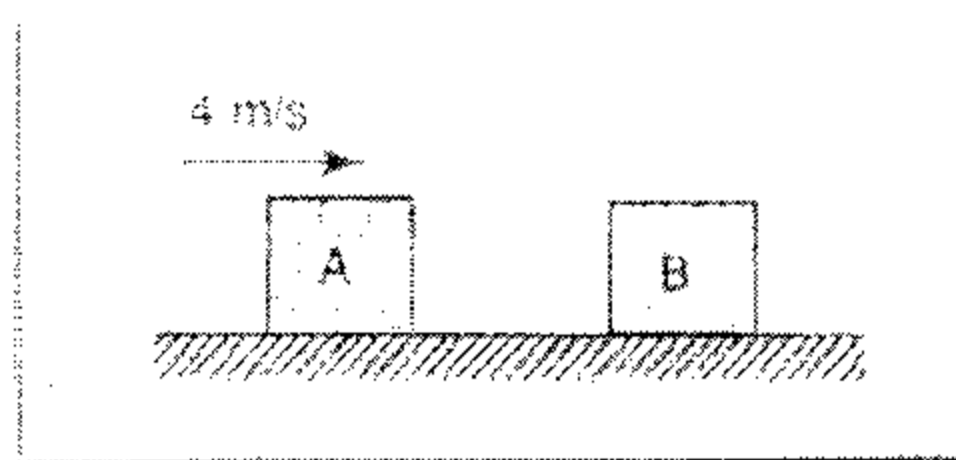
ก. 2 m/s

ข. 4 m/s

ค. 6 m/s

ง. 8 m/s

23. วัตถุ A มวล 1 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4 m/s บนพื้นราบที่ไม่มีเสียดทาน ชนกับวัตถุ B ที่วางอยู่นิ่ง หลังการชนวัตถุ A กระทบกลับด้วยความเร็วลดลงครึ่งหนึ่ง ถ้าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นความเร็วหลังชนของวัตถุ B จะเท่ากับเท่าไร



ก. 2 m/s

ข.  $\sqrt{3}$  m/s

ค. 5 m/s

ง. 10 m/s

24. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปทางขวาตามพื้น โต๊ะซึ่งไร้เสียดทานด้วยอัตราเร็ว 50 เมตร/วินาที วัตถุนี้นชนในแนวตรงกับวัตถุอีกชิ้นหนึ่งซึ่งกำลังเคลื่อนที่มาจากซ้ายมือด้วยอัตราเร็ว 30 เมตร/วินาที ถ้าหลังจากการชนวัตถุทั้งสองติดไปด้วยกัน และเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที วัตถุก้อนนี้มีมวลเท่าใด

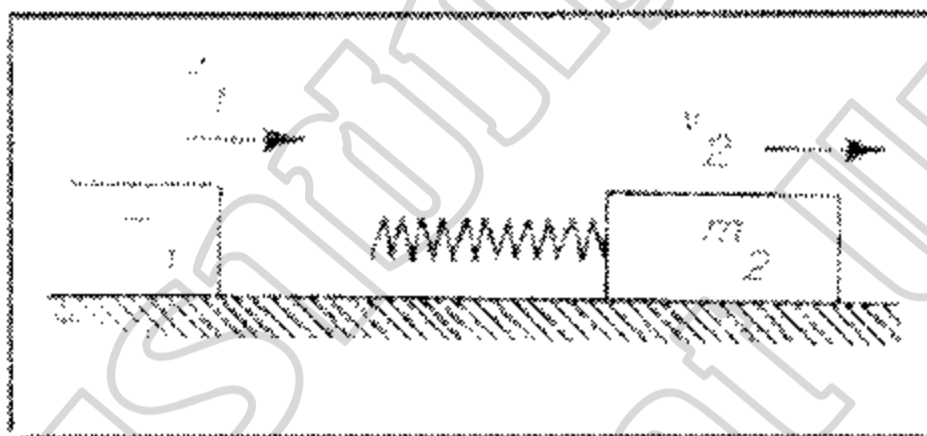
ก. 2 kg

ข. 4 kg

ค. 6 kg

ง. 18 kg

25. มวล  $m_1 = 2.0$  kg ไถลบนพื้นที่ไม่มีความเสียดทานด้วยอัตราเร็ว  $v_1 = 10$  m/s มวล  $m_2 = 5.0$  kg ไถลด้วยอัตราเร็ว  $v_1 = 3.0$  m/s อยู่ข้างหน้าของมวล  $m_1$  โดยมีทิศทางไปทางเดียวกัน มีสปริงซึ่งไม่มีมวลผูกติดกับด้านหลังของ  $m_2$  ดังรูป ค่าคงที่ของสปริง  $= 1000$  N/m เมื่อมวลทั้งสองชนกัน ระยะที่สปริงหดเข้าไปมากที่สุดเป็นกี่เมตร



ก.  $\sqrt{0.04}$  m

ข.  $\sqrt{0.07}$  m

ค.  $\sqrt{0.14}$  m

ง.  $\sqrt{0.17}$  m

26. ข้อใดถูกต้องการชนของวัตถุแบบยืดหยุ่น

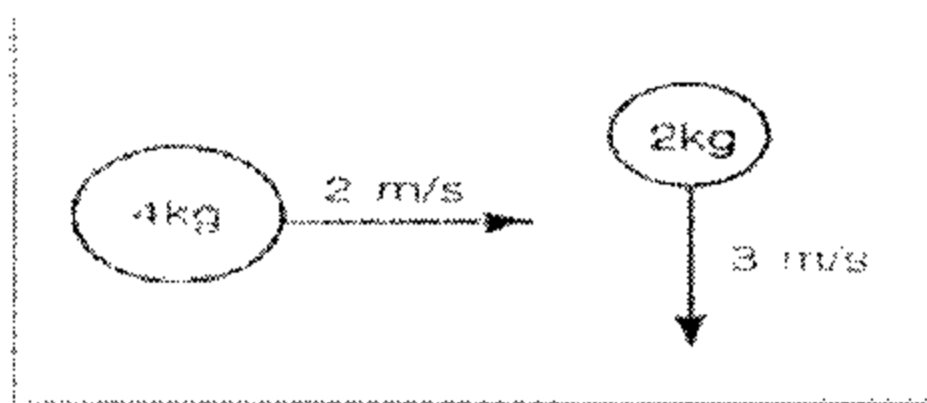
ก. พลังงานจลน์มีค่าคงตัวแต่มีโมเมนตัมไม่คงตัว

ข. โมเมนตัมมีค่าคงตัวแต่พลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว

ค. ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว

ง. ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์มีค่าคงตัว

27. ลูกกลม 2 ลูก มวล 4 และ 2 กิโลกรัม ตามลำดับ มีขนาดความเร็วก่อนชน ดังรูป ความเร็วหลังชนเมื่อมวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกัน ไปมีค่ากี่เมตร/วินาที



ก. 1.4 m/s

ข. 1.7 m/s

ค. 2.6 m/s

ง. 8.0 m/s

28. มวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที พุ่งเข้าชนวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่ง ถ้าการชนเป็นแบบยืดหยุ่น มวลที่พุ่งชนจะเป็นอย่างไร

- ก. หยุดนิ่งกับที่
- ข. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางตรงข้ามกับทิศเดิม
- ค. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศทางตรงข้ามกับทิศเดิม
- ง. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางเดิม

29. เรือแคนูมวล  $M$  มีที่นั่งซึ่งอยู่ห่างกันเป็นระยะ  $s$  เรือแคนูนี้หยุดนิ่งและมีเด็กชายมวล  $m$  นั่งอยู่บนที่นั่งหนึ่ง ต่อมาเด็กผู้นี้เคลื่อนที่ไปยังอีกที่นั่งหนึ่ง ถ้าองค์ประกอบแนวราบของแรงที่น้ำกระทำต่อเรือน้อยมากจนไม่นับสำคัญ การกระจัดของเรือจะเป็นเท่าใด

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| ก. $\frac{m}{m+M}$   | ข. $\frac{m}{sm+M}$ |
| ค. $\frac{sm}{sm+M}$ | ง. $\frac{sm}{m+M}$ |

30. เมื่อปล่อยลูกบอลให้ตกกระทบพื้นแล้วกระดอนกลับขึ้นมา ถ้ากำหนดให้ทิศขึ้นเป็นบวกและทิศลงเป็นลบแล้ว ขณะก่อนกระทบพื้นลูกบอล จึงมีโมเมนตัม  $mv$  เป็นค่าลบ และ เมื่อกระดอนกลับขึ้นมาลูกบอลจึง มีโมเมนตัมเป็นค่าบวก จะเห็นว่าโมเมนตัมของลูกบอลไม่คงที่ จงพิจารณาข้อความถูกต้อง

- ก. กฎการการคงตัวของ โมเมนตัมไม่เป็นจริงเสมอไป
- ข. กรณีนี้ไม่ขัดแย้งกับกฎการคงตัวของ โมเมนตัม
- ค. กรณีขัดแย้งกับกฎการคงตัวของ โมเมนตัม
- ง. โมเมนตัมของระบบจะมีค่าคงที่

**เฉลย**  
**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

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

ภาคผนวก จ  
แบบสอบถามความพึงพอใจ

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน  
ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน  
โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4 MAT  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

---

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความรู้สึกที่เป็นจริงของนักเรียน  
โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามที่กำหนด

**เกณฑ์การให้คะแนน**

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



รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีรูปแบบและภาพประกอบสวยงาม น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีเนื้อหาสาระที่ชัดเจนและ เข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ภาษาได้เหมาะสมและเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
4. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดมีเวลาสำหรับการเรียน ที่เหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
5. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้เข้าใจ และง่ายยิ่งขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
6. ชุดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องทฤษฎีและการ คำถาม โจทย์ปัญหาได้ชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
7. ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา และหาคำตอบในเนื้อหาได้อย่างคล่องแคล่ว	.....	.....	.....	.....	.....
8. นักเรียนมีความสุขที่ได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
9. นักเรียนชอบการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT เพราะมีขั้นตอนที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
10. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....
11. นักเรียนรู้สึกแน่นอนทันทีหลังจากทำแบบทดสอบ ระหว่างเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
12. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
13. ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอนและเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
14. ครูคอยช่วยเหลือ แนะนำ และอำนวยความสะดวก ในการจัดกิจกรรม	.....	.....	.....	.....	.....
15. ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ .....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

## ภาคผนวก จ

### ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

- ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นรายข้อ (IOC) จำนวน 40 ข้อ

ตาราง ฉ.1 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้  
แบบ 4 MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปล ความ หมาย
	1	2	3	คะแนน เฉลี่ย	
<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>					
1.1 มีความสอดคล้องกับเนื้อหาชุดกิจกรรมการ เรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมที่ต้องการฝึก	5	5	5	5.00	มากที่สุด
<b>2. เนื้อหา</b>					
2.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.2 ความยากง่ายพอเหมาะ	5	5	4	4.67	มากที่สุด
2.3 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.4 มีประโยชน์ต่อนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
<b>3. การนำเสนอ</b>					
3.1 มีความเหมาะสมในด้านการใช้ภาษา	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.2 มีความชัดเจน น่าสนใจ	5	5	5	5.00	มากที่สุด
<b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b>					
4.1 มีความเหมาะสมในด้านเวลา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.2 มีการกระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
<b>5. สื่อการเรียนรู้</b>					
5.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
<b>รวม</b>	<b>65</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>63.67</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>เฉลี่ย</b>	<b>5.00</b>	<b>4.85</b>	<b>4.85</b>	<b>4.90</b>	

ตาราง น.2 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้  
แบบ 4 MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปล ความ หมาย
	1	2	3	คะแนน เฉลี่ย	
<b>1. สาระสำคัญ</b>					
1.1 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	มากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>					
2.1 มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.2 สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.3 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4	5	5	4.67	มากที่สุด
<b>3. เนื้อหา</b>					
3.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.3 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.4 มีความเหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
<b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b>					
4.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.2 มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.3 มีการลำดับกิจกรรมที่ชัดเจน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.4 มีความเหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
<b>5. สื่อการเรียนรู้</b>					
5.1 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
5.2 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.3 ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตาราง จ.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปล ความ หมาย
	1	2	3	คะแนน เฉลี่ย	
<b>6. การวัดและประเมินผล</b>					
6.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	มากที่สุด
6.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
<b>รวม</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>88</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.83</b>	<b>4.89</b>	<b>4.94</b>	<b>4.89</b>	

ตาราง น.3 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นรายข้อ (IOC) เรื่องโมเมนต์และการชน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			รวม คะแนน	IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง จ.3 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			รวม คะแนน	IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

**ภาคผนวก ข**  
**ผลการวิเคราะห์การใช้เครื่องมือวิจัย**

- ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ
- ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (ภาคสนาม)
- ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- คะแนนจากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน



ตาราง ข.1 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1	0.55	0.62	16	0.28	0.70
2	0.60	0.51	17	0.63	0.57
3	0.58	0.58	18	0.33	0.37
4	0.68	0.48	19	0.33	0.57
5	0.53	0.57	20	0.58	0.53
6	0.65	0.41	21	0.38	0.44
7	0.60	0.57	22	0.60	0.43
8	0.75	0.35	23	0.48	0.73
9	0.78	0.42	24	0.43	0.52
10	0.45	0.69	25	0.63	0.34
11	0.70	0.42	26	0.48	0.69
12	0.70	0.66	27	0.25	0.65
13	0.78	0.46	28	0.75	0.46
14	0.45	0.69	29	0.53	0.35
15	0.70	0.49	30	0.48	0.45

ค่าความเชื่อมั่น 0.9234

ตาราง ข.2 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT (ภาคสนาม)

ลำดับที่	คะแนนชุดกิจกรรม (180)	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (30)
1	150	25
2	145	24
3	153	26
4	155	25
5	152	26
6	156	24
7	153	25
8	142	23
9	144	24
10	142	22
11	152	27
12	150	26
13	148	28
14	136	25
15	138	21
16	157	24
17	145	27
18	140	25
19	151	26
20	143	24
21	151	25
22	138	26
23	147	28
24	156	24

ตาราง ข.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนชุดกิจกรรม	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	(180)	(30)
25	148	26
26	145	23
27	140	24
28	137	22
29	146	24
30	137	25
31	140	24
32	153	25
33	142	27
34	152	24
35	148	25
36	149	25
37	143	25
38	150	25
39	143	24
40	150	25
<b>รวม</b>	<b>5867</b>	<b>993</b>
$\bar{x}$	<b>146.68</b>	<b>24.83</b>
<b>S.D</b>	<b>5.89</b>	<b>1.50</b>
<b>ร้อยละ</b>	<b>81.49</b>	<b>82.75</b>

$$E_1/E_2 = 81.49/82.75$$

ตาราง ข.3 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์และการชน ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 6						รวม (180)	คะแนนแบบทดสอบ	
	1 (30)	2 (30)	3 (30)	4 (30)	5 (30)	6 (30)		ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)
1	25	25	25	22	27	26	150	14	25
2	24	27	27	26	26	28	158	15	27
3	23	27	24	25	26	27	152	14	25
4	26	25	24	28	26	25	154	15	24
5	26	24	24	27	27	24	152	17	26
6	25	23	24	25	28	29	154	14	26
7	26	24	25	24	25	24	148	16	26
8	26	25	23	27	27	25	153	18	27
9	27	24	25	24	24	24	148	16	25
10	28	26	24	25	26	26	155	17	26
11	27	26	26	24	26	26	155	14	23
12	25	27	24	26	24	27	153	20	29
13	24	27	25	26	24	25	151	15	25
14	29	25	24	27	25	25	155	13	24
15	24	27	26	28	24	27	156	20	28
16	25	28	26	25	24	25	153	15	25
17	24	28	27	27	28	25	159	14	26
18	26	26	28	23	27	26	156	16	26
19	26	24	25	25	25	26	151	15	24
20	27	25	27	26	24	24	153	16	25
21	26	24	28	27	26	24	155	15	26
22	26	25	28	25	24	25	153	13	25
23	28	24	26	24	25	28	155	17	26

ตาราง ข.3 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 6						รวม (180)	คะแนนแบบทดสอบ	
	1 (30)	2 (30)	3 (30)	4 (30)	5 (30)	6 (30)		ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)
24	26	26	28	27	24	26	157	16	26
25	27	26	25	24	26	24	152	16	25
26	25	25	26	25	26	24	151	19	26
27	25	28	24	24	27	25	153	22	28
28	27	25	28	26	28	28	162	22	29
29	28	27	27	24	25	26	157	17	25
30	28	26	25	25	27	24	155	18	25
31	26	24	24	23	28	24	149	16	26
32	24	26	27	26	28	25	156	17	27
33	24	24	24	28	26	26	152	15	25
34	25	25	25	26	24	28	153	16	26
35	29	29	26	26	25	27	162	19	28
36	30	30	27	24	29	25	165	14	25
37	25	28	28	24	25	24	154	15	26
38	27	26	25	25	27	29	159	13	25
39	26	24	27	24	26	24	151	15	25
40	27	24	24	25	24	25	149	16	25
41	24	25	28	25	24	24	150	15	27
42	26	23	26	24	25	26	150	19	28
<b>รวม</b>	<b>1092</b>	<b>1077</b>	<b>1079</b>	<b>1061</b>	<b>1082</b>	<b>1075</b>	<b>6466</b>	<b>679</b>	<b>1086</b>
$\bar{x}$	<b>26</b>	<b>25.64</b>	<b>25.09</b>	<b>25.62</b>	<b>25.76</b>	<b>25.60</b>	<b>153.95</b>	<b>16.17</b>	<b>25.86</b>
<b>S.D</b>	<b>1.58</b>	<b>1.64</b>	<b>1.51</b>	<b>1.43</b>	<b>1.45</b>	<b>1.48</b>	<b>3.76</b>	<b>2.23</b>	<b>1.34</b>
<b>ร้อยละ</b>	<b>86.67</b>	<b>85.48</b>	<b>85.63</b>	<b>84.21</b>	<b>85.873</b>	<b>85.31</b>	<b>85.53</b>	<b>53.89</b>	<b>86.19</b>

$$E_1/E_2 = 85.53/86.19$$

ตาราง ข.4 คะแนนจากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อ  
การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน  
โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT

คนที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	คะแนน เฉลี่ย
1	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4.60
2	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4.47
3	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4.53
4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4.47
5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4.53
6	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4.67
7	4	3	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4.47
8	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4.53
9	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	3	3	4	5	4.27
10	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4.40
11	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4.40
12	4	4	5	3	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4.33
13	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4.53
14	4	3	3	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4.33
15	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4.53
16	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4.60
17	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4.80
18	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4.67
19	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4.60
20	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4.60
21	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4.67
22	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4.33
23	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4.40

ตาราง ข.4 (ต่อ)

คนที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	คะแนน เฉลี่ย
24	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4.53
25	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4.60
26	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4.47
27	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4.47
28	5	3	3	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4.27
29	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4.47
30	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4.47
31	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4.60
32	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4.27
33	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4.47
34	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4.33
35	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4.67
36	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4.33
37	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4.53
38	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4.47
39	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.73
40	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4.60
41	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4.53
42	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4.60
$\bar{x}$	4.55	4.31	4.55	4.55	4.33	4.62	4.50	4.43	4.69	4.55	4.45	4.48	4.57	4.43	4.55	4.50
S.D	0.50	0.60	0.59	0.55	0.48	0.49	0.51	0.50	0.47	0.50	0.50	0.55	0.55	0.50	0.50	0.13

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางศิริรณภา นกแก้ว
วัน/เดือน/ปีเกิด	31 มกราคม 2526
สถานที่เกิด	80/6 บ้านห้วยแก้ว ตำบลห้วยราชา อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์
ที่อยู่ปัจจุบัน	535/28 ถนนจรัส ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
ตำแหน่ง	ครู คศ.1
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2537 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยราชวิทยาคาร มิตรภาพที่ 59 อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2543 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยราชพิทยาคม อำเภอห้วยราช จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2548 ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ) สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2559 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์