



การศึกษาผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ  
การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปิยพงศ์ หนูดำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย  
จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ  
ในโครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแลกเปลี่ยน สพฐ. ปีงบประมาณ ๒๕๖๑



การศึกษาผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ  
การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปิยพงศ์ หนูดำ      พ.ศ. ๒๕๖๒

การศึกษาผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ  
การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย  
The Study About the Result of using a Demonstration Set of Circular Motion  
with Simple Harmonic Motion in Senior High School Level

ปิยพงศ์ หนูดำ\*  
Piyapong Noodam

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้อธิบายถึงรายละเอียดการออกแบบเครื่องมือเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับการพิจารณาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ 1.งานหมุนเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม 2.ดินสอเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย โดยชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.ออกแบบ ชุดสาธิต 2.ทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิต 3.ประเมินความพึงพอใจของการใช้ชุดสาธิต ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนตะโหนด จังหวัดพัทลุง จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่าง ง่าย แบบทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิต และแบบประเมินความพึงพอใจของการใช้ชุดสาธิต สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่า ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพทางการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1.ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่าง ง่ายมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 2.ชุดสาธิตมีประสิทธิภาพทางการศึกษา 80.33/81.11 3.นักเรียนมีระดับความพึงพอใจของการใช้ชุดสาธิตคิดเป็นร้อยละ 85 ดังนั้นชุดสาธิต ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่าง ง่ายมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สาธิตการทดลองฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

**คำสำคัญ :** การเคลื่อนที่แบบวงกลม, การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

---

\* ครูโรงเรียนตะโหนด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 12

## Abstract

This study describes to the details about tool design to develop instructional media for Physics. For consideration of Circular Motion relation with Simple Harmonic Motion, this created tool consists of 2 main components are 1) Revolving nosepiece that is Circular Motion 2) Pencil is Simple Harmonic Motion Demonstration set creation has the purposes as follow: 1) To design a demonstration set 2) To study efficiency of demonstration set 3) To evaluate satisfaction for using a demonstration set of Circular Motion with Simple Harmonic Motion For sample group of the study, there are 30 students in senior high school level (Mathayom Suksa 6/1), 2<sup>nd</sup> Semester for Academic year 2561 of Tamot School in Phatthalung province that acquired by Purposive Sampling. The tools used in this study are a demonstration set of Circular Motion with Simple Harmonic Motion, efficiency test from of demonstration set and satisfaction evaluation from of using a demonstration set. Statistics to use in the study are percentage, average and Standard Deviation. Statistics to use in finding the educational efficiency, the study results found that 1) A Demonstration set of Circular Motion with Simple Harmonic Motion is in a very good quality level. 2) A Demonstration set has the educational efficiency 80.33/81.11. 3) 85% of the students are satisfied in using a demonstration set. So, a Demonstration set of Circular Motion with Simple Harmonic Motion is appropriate to utilize for demonstration in basic Physics as Circular Motion with Simple Harmonic Motion subject for the students in senior high school level.

**Keyword :** Circular Motion, Simple Harmonic Motion

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542	7
หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	7
สื่อการสอน	10
การเคลื่อนที่แบบวงกลม	18
การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
การพัฒนาและสร้างชุดสาธิต	29
การประเมินคุณภาพของชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ	32
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	32
ขอบเขตตัวแปร	33
แบบแผนการวิจัย	33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	34
วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล	34
การวิเคราะห์ข้อมูล	35
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	35

## สารบัญ (ต่อ)

			หน้า
บทที่	4	<b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	37
		ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดสาธิต	37
		การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิต	37
		ความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิต	38
บทที่	5	<b>สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	39
		สรุปผล	39
		อภิปรายผล	39
		ข้อเสนอแนะ	39
		บรรณานุกรม	40
		ภาคผนวก	41
		ภาคผนวก ก รายชื่อรายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ	
		ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ	
		ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	
		ภาคผนวก ง ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	
		ประวัติผู้วิจัย	



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง เครื่องมือในการเตรียมประชากรให้มีคุณภาพ คือ การศึกษา การจัดการศึกษาของชาตินั้นจะต้องสอดคล้องกับนโยบายทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ ซึ่งจะมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 5-11) ทั้งนี้วิทยาศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญมากในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ วิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่มีระบบและจัดไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นความรู้ของธรรมชาติกับส่วนที่เป็นวิธีเฉพาะที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น มาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1-2)

การเรียนวิทยาศาสตร์มี หลายศาสตร์ความรู้ที่ มีเนื้อหาที่แตกต่างกัน โดยวิชาฟิสิกส์ถือเป็น วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ที่สามารถนำหลักการและแนวคิดไปประยุกต์ใช้เป็นพื้นฐานในศาสตร์หลายแขนง ทำให้ฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาที่ต้องเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างดีอีกทั้ง ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ โดยนักฟิสิกส์สังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและ พยายามหารูปแบบและหลักการที่เชื่อมโยงปรากฏการณ์ต่างๆ เราเรียกรูปแบบเหล่านี้ว่าทฤษฎีฟิสิกส์ หรือกฎ หรือหลักการฟิสิกส์เมื่อเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวาง การพัฒนาทฤษฎีฟิสิกส์ต้อง ใช้ความคิดสร้างสรรค์ นักฟิสิกส์ต้องเรียนรู้ที่จะถามคำถามที่เหมาะสม และออกแบบการทดลองเพื่อ พยายามหาคำตอบนั้น และหาข้อสรุปที่เหมาะสมจากการทดลอง(ยัง, ฮิวด์ ดี. และฟรีดแมน, โรเจอร์ เอ. 2547 : 1-2) เราสามารถแบ่งการศึกษาในทางฟิสิกส์ออกเป็น 5 เรื่อง คือ 1) กลศาสตร์เดิม ที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีอัตราเร็วต่ำเมื่อเทียบกับอัตราเร็วของแสง 2) กลศาสตร์ สัมพันธภาพ เป็นทฤษฎีที่พรรณนาถึงอนุภาคต่างๆ ที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วใดๆ ถ้าเป็นอัตราเร็วใกล้ กับอัตราเร็วของแสงก็ใช้ได้ 3) อุณหพลศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับความร้อน อุณหภูมิจ และ พฤติกรรมของอนุภาคจำนวนมากๆ 4) แม่เหล็กไฟฟ้า กล่าวถึงทฤษฎีไฟฟ้าแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า และ 5) กลศาสตร์ควอนตัม ว่าดี วยพลังงานการเคลื่อนไหวของอนุภาคที่ขนาดระดับอะตอม (ก่องกัญจน์ ภัทรกาญจน์ และธนากาญจน์ ภัทรกาญจน์. 2548 : 1)



ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดทดลองในวิชาฟิสิกส์ซึ่งชุดทดลองจะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากขึ้น จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎีต่างๆ มากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่อง การเคลื่อนที่ซึ่งเป็นเนื้อหาสาระพื้นฐานที่ผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างรูปแบบการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular Motion) และการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ( Simple Harmonic Motion) โดยทำการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกนำเอาการควบคุมการหมุนของการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยมอเตอร์กระแสตรง ประกอบจานหมุนที่เจาะแนวรัศมีต่างไว้ และใช้ก้านสูบต่อกับดินสอให้เกิดภาพบนกระดาษซึ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย เพื่อแล้วหาความสัมพันธ์ เชื่อมโยงของการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบ โดยพิจารณาจากปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ รัศมี คาบ ความถี่ แอมพลิจูด อัตราเร็วเชิงมุม การกระจัด ความยาวคลื่น เป็นสื่อแสดงความสัมพันธ์สร้างความรู้ความเข้าใจในการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ให้เป็นพื้นฐานกับผู้เรียนต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
2. ทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายเชิงทฤษฎี
3. ประเมินผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

### สมมติฐานของการวิจัย

ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบได้ ผ่านการประเมินการใช้ในการจัดการเรียนรู้

## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการดำเนินการ 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ตอนที่ 2 พัฒนาชุดสาธิต

1. วัดประสิทธิภาพของชุดสาธิตที่สร้างขึ้น โดยวิธีการสอบเทียบรอบการเคลื่อนที่ รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการจัดการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

2. นำชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมาทดลองวัดค่าพื้นฐานของการเคลื่อนที่ในการควบคุมการหมุนและก้านสูบที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

3. ประเมินผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนตะโหนด ตำบลแม่ขี อำเภอดงหลวง จังหวัดพัทลุง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 202 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ของโรงเรียนตะโหนด ตำบลแม่ขี อำเภอดงหลวง จังหวัดพัทลุง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

## ขอบเขตตัวแปร

### ตัวแปรอิสระ

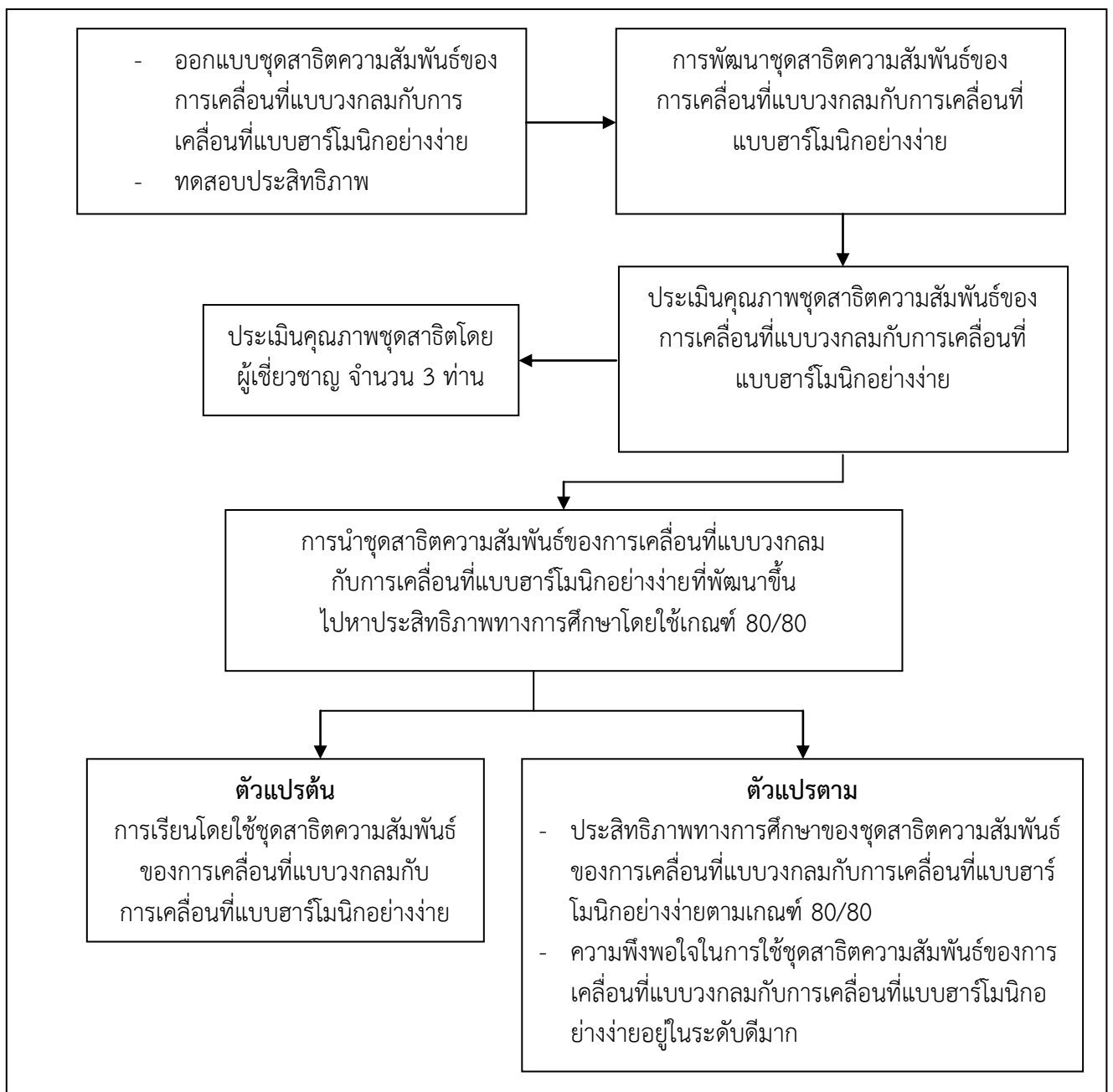
- การเรียนโดยใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

### ตัวแปรตาม

- ประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายตามเกณฑ์ 80/80
- ความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายอยู่ในระดับดีมาก

### กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้การศึกษาค้นคว้าใช้ ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินคุณภาพของชุดสาธิต และนำชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ที่พัฒนาขึ้นไปหาประสิทธิภาพทางการศึกษาตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



## นิยามศัพท์เฉพาะ

**ชุดสาธิตความสัมพันธ์การเคลื่อนที่แบบวงกลม** กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย หมายถึง ชุดทดลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพร้อมคู่มือการใช้ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ การเคลื่อนที่ในปริมาณที่สนใจ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่าง การเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ

**การสืบเสาะหาความรู้** หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบค้น ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้น และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ได้ชุดสาธิตความสัมพันธ์การเคลื่อนที่แบบวงกลม กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนได้จริง
2. ได้สื่อการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ ที่สามารถเป็นสื่ออธิบายความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ สนใจศึกษาและเข้าใจการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบมากยิ่งขึ้น
3. นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจ ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายโดยใช้ชุดสาธิต
4. ใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดสาธิตในรายวิชาอื่นๆ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
สื่อการสอน

- ความหมายของสื่อการสอน
- ความสำคัญของสื่อการสอน
- ประเภทของสื่อการสอน
- ธรรมชาติในการเรียนรู้ของมนุษย์
- หลักการใช้สื่อการสอน
- ขั้นตอนการใช้สื่อการสอน
- การประเมินการใช้สื่อการสอน

การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular Motion)

การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มีแนวคิด ทิศทาง และวิธีการจัดการศึกษา เพื่อสร้างการศึกษาให้มีคุณภาพสำหรับทุกคนในสังคมไทย โดยเฉพาะหมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษาและหมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องถือว่าผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด และต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมให้ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมและสื่อการเรียนให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ มาตรา 67 รัฐต้องส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้เกิดการใช้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ของคนไทย

สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และจัดกระบวนการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา แสดงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

## หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำว่า “Inquiry” ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้นั้น นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่างๆ กันไปเช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา การสืบเสาะ และการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ใช้คำว่า “การสืบเสาะหาความรู้” ส่วนในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น การวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) ซึ่ง Budnitz (2003) ได้กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ใช้คำจำกัดความ

กรมวิชาการ ( 2544) อธิบายว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกตการตั้งคำถาม การวางแผนการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่างๆ ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิดได้มีส่วนร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถาม และในที่สุดนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้ กิจกรรมต่างๆ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกัน และกันการสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือให้นักเรียนเผชิญปัญหา นิยามศัพท์ให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหา (Suchman 1962 อ้างถึง พรพรรณ พึงประยูรพงศ์ 2547, 27) สอดคล้องกับ Sund, R.B and Throwbridge (1967, 37) ที่กล่าวว่า เป็นการค้นคว้าความรู้หรือความจริง โดยเน้น

การค้นคว้ามากกว่าการค้นพบ เป็นทั้งวิธีสอน และวิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างมีหลักการ รวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย (Tisher and others 1972, 139) และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสำรวจธรรมชาติและสิ่งต่างๆ ในโลก และวิธีการตั้งคำถาม เพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่างๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง (Educational Broadcasting Corporation 2004; อำนาจ เจริญศิลป์ 2537, 17)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวาง แผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์ 2542, 123; พิมพ์ดี เดชะคุปต์ 2544, 48; กระทรวงศึกษาธิการ 2545, 37) นอกจากนี้ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม 2545, 135-138) ยังได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจว่ากิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียน เป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่ และพร้อมทำทฤษฎีความคิด โดยวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่า การรับรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในแนวทางต่างๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เถลถาย หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีครูเป็นผู้กำกับ ควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2543 การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ)

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียน เป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยที่ครูเป็นผู้กำกับควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษา เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่

อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด และเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง เป็นวิธีการที่ผู้สอน ใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้รับรู้จากการคิดสืบเสาะหาความรู้ และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆ กันแนวคิดพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีของ Jean Piaget ที่กล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ไว้ว่า ความคิดของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิด อันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2. กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิม แล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น จากโครงสร้างทั้ง 2 ประการข้างต้น วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521, 55-56) ได้นำมาเป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการสร้างแนวความคิด (concept- formation process) คือ กระบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยาม (define dattributes) ของแนวคิดต่างๆ

2. กระบวนการสร้างทฤษฎี (the orization process) คือ กระบวนการแก้ปัญหา โดยตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหรือตัวแปร

3. กระบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี ( verification process) โดยการทดสอบซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูล แล้วประเมินผล สรุป

4. กระบวนการสร้างสรรค์ (creative process) คือ กระบวนการนำความรู้ขึ้นพื้นฐานที่ได้มาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ หลายวิธีและแนวทางใหม่ อันเป็นการนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ขั้นต่อไป

นอกจากนี้ วีรยุทธ วิเชียรโชติ ( 2521, 58-60) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานของ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การเรียนรู้ต้องมีสถานการณ์เพื่อเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้และความคิด ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีกระบวนการเรียนรู้และการคิดอย่างมีขั้นตอน โดยเริ่มจากสิ่งที่ง่ายไปหาสิ่งที่ยากและซับซ้อนขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งความรู้ความคิดและการกระทำเป็นผลที่ได้ของนักเรียน โดยทั้ง 3 ส่วนนี้ประสานสัมพันธ์กันเป็นระบบการเรียนรู้ และต้องเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม และเป็นผู้ทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสปรับปรุงและพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้จากการสังเกตและเปรียบเทียบเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ นั่นคือ มีความอยากรู้อยากเห็นในการแสวงหาความรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป นอกจากนี้ จะต้องมีการสร้างมโนคติ ซึ่งเป็นขั้นในการสร้างความพร้อมในการเรียน 3 ด้าน คือ ความ



พร้อมทางแรงจูงใจ ทางปัญญา และทางพฤติกรรม อานาจ เจริญศิลป์ (2537, 17) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้ต่างๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นยั วยุให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่บีบบังคับกับนักเรียนและครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้ผู้เรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการจัดการเรียนรู้ของครู จะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดมากที่สุด

จากแนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่า แนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของ Jean piaget ที่เชื่อว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ กระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดมาจากสิ่งเดิมที่มีอยู่ และกระบวนการขยายโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ เน้นความรู้ที่มาจากการแสวงหาเพื่อนำไปสู่การค้นพบ นำข้อค้นพบที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี หรือมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน และครูที่จะต้องใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน

## สื่อการสอน

### ความหมายของสื่อการสอน

นักวิชาการในวงการเทคโนโลยีทางการศึกษา โสวัตศนศึกษา และวงการการศึกษา ได้ให้คำจำกัดความของ “สื่อการสอน” ไว้อย่างหลากหลาย เช่น

ชอร์ส กล่าวว่า เครื่องมือที่ช่วยสื่อความหมายจัดขึ้นโดยครูและนักเรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เครื่องมือการสอนทุกชนิดจัดเป็นสื่อการสอน เช่น หนังสือในห้องสมุด โสวัตศนวัสดุต่างๆ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ สไลด์ ฟลิ์มสตริป รูปภาพ แผนที่ ของจริง และทรัพยากรจากแหล่งชุมชน

บราวน์ และคณะ กล่าวว่า จำพวกอุปกรณ์ทั้งหลายที่สามารถช่วยเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียนจนเกิดผลการเรียนที่ดี ทั้งนี้รวมถึง กิจกรรมต่างๆ ที่ไม่เฉพาะแต่สิ่งที่เป็นวัตถุหรือเครื่องมือเท่านั้น เช่น การศึกษานอกสถานที่ การแสดงบทบาทนาฏการ การสาธิต การทดลอง ตลอดจนการสัมภาษณ์ และการสำรวจ เป็นต้น

เปรี๊อง กุมุท กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึงสิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของครูถึงผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ได้เป็นอย่างดี

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ให้ความหมาย สื่อการสอนว่า วัสดุอุปกรณ์และวิธีการประกอบการสอน เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อความหมายที่ผู้สอนประสงค์จะส่ง หรือถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ยังมีคำอื่นๆ ที่มีความหมายใกล้เคียงกับสื่อการสอน เป็นต้นว่า  
สื่อการเรียน หมายถึง เครื่องมือ ตลอดจนเทคนิคต่างๆ ที่จะมาสนับสนุนการเรียนการสอน  
เร้าความสนใจผู้เรียนรู้ให้เกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจดีขึ้น อย่างรวดเร็ว  
สื่อการศึกษา คือ ระบบการนำวัสดุ และวิธีการมาเป็นตัวกลางในการให้การศึกษาความรู้แก่  
ผู้เรียนโดยทั่วไป  
โสตทัศนูปกรณ์ หมายถึง วัสดุทั้งหลายที่นำมาใช้ในห้องเรียน หรือนำมาประกอบการสอน  
ใดๆ ก็ตาม เพื่อช่วยให้การเขียน การพูด การอภิปรายนั้นเข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น

### ความสำคัญของสื่อการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ กล่าวว่า ปัญหาอย่างหนึ่งในการสอนก็คือ แนวทางการตัดสินใจ  
ดำเนินการให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขึ้นตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งการสอนโดยทั่วไป ครูมักมี  
บทบาทในการจัดประสบการณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเนื้อหาสาระ หรือทักษะและมีบทบาทในการจัด  
ประสบการณ์เพื่อการเรียนการสอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียนแต่ละคนด้วยว่า ผู้เรียนมีความต้องการ  
อย่างไร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ การจัดสภาพแวดล้อมที่ดีเพื่อการเรียนการสอน  
จึงมีความสำคัญมาก ทั้งนี้เพื่อสร้างบรรยากาศและแรงจูงใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้และเพื่อ  
เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของผู้เรียนได้ตามจุดมุ่งหมาย สภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ทั้งหมดที่  
จัดขึ้นมาเพื่อการเรียนการสอนนั้น ก็คือ การเรียนการสอนนั่นเอง

เอ็ดการ์ เดล ได้กล่าวสรุปถึงความสำคัญของสื่อการสอน ดังนี้

1. สื่อการสอน ช่วยสร้างรากฐานที่เป็นรูปธรรมขึ้นในความคิดของผู้เรียน การฟังเพียงอย่าง  
เดียวนั้น ผู้เรียนจะต้องใช้จินตนาการเข้าช่วยด้วย เพื่อให้สิ่งที่เป็นนามธรรมเกิดเป็นรูปธรรมขึ้นใน  
ความคิด แต่สำหรับสิ่งที่ย่างยากซับซ้อน ผู้เรียนย่อมไม่มีความสามารถจะทำได้ การใช้อุปกรณ์เข้าช่วย  
จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสร้างรูปธรรมขึ้นในใจได้
2. สื่อการสอน ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียน เพราะผู้เรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสได้ด้วย  
ตา หู และการเคลื่อนไหวจับต้องได้แทนการฟังหรือดูเพียงอย่างเดียว
3. เป็นรากฐานในการพัฒนาการเรียนรู้และช่วยความทรงจำอย่างถาวร ผู้เรียนจะสามารถนำ  
ประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่ๆ ได้ เมื่อมีพื้นฐานประสบการณ์เดิมที่ดีอยู่แล้ว
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการทางความคิด ซึ่งต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันทำให้เห็น  
ความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ เช่น เวลา สถานที่ วัฏจักรของสิ่งมีชีวิต
5. ช่วยเพิ่มทักษะในการอ่านและเสริมสร้างความเข้าใจในความหมายของคำใหม่ๆ ให้มากขึ้น  
ผู้เรียนที่อ่านหนังสือซ้ำก็จะสามารถอ่านได้ทันพวกที่อ่านเร็วได้ เพราะได้ยินเสียงและได้เห็น  
ภาพประกอบกัน

เปรี๊อง กุมุท ให้ความสำคัญของสื่อการสอน ดังนี้

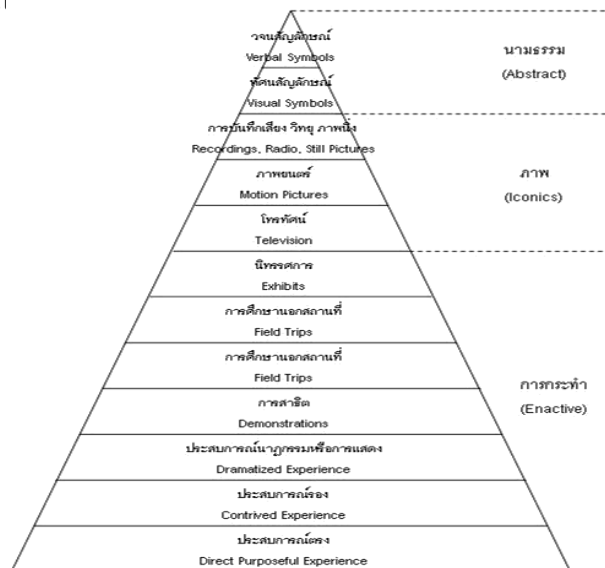
1. ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น เพราะมีความจริงจังและมีความหมายชัดเจนต่อผู้เรียน
2. ช่วยให้นักเรียนรู้ได้ในปริมาณมากขึ้นในเวลาที่กำหนดไว้จำนวนหนึ่ง
3. ช่วยให้ผู้เรียนสนใจและมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการเรียนการสอน
4. ช่วยให้ผู้เรียนจำ ประทับความรู้สึก และทำอะไรเป็นเร็วขึ้นและดีขึ้น
5. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในขบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
6. ช่วยให้ผู้เรียนรู้ในสิ่งที่เรียนได้ลำบากโดยการช่วยแก้ปัญหา หรือข้อจำกัดต่างๆ ได้

ดังนี้

- ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
  - ทำนามธรรมให้มีรูปธรรมขึ้น
  - ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง
  - ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้ย่อขนาดลง
  - ทำสิ่งที่เล็กมากให้ขยายขนาดขึ้น
  - นำอดีตมาศึกษาได้
  - นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลึกลับมาศึกษาได้
7. ช่วยให้นักเรียนเรียนสำเร็จง่ายขึ้นและสอบได้มากขึ้น

### ประเภทของสื่อการสอน

เอ็ดการ์ เดล จำแนกประสบการณ์ทางการศึกษา เรียงลำดับจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม โดยยึดหลักว่า คนเราสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ดีและเร็วกว่าสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งเรียกว่า "กรวยแห่งประสบการณ์" (Cone of Experiences) ซึ่งมีทั้งหมด 10 ชั้น ดังแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 1 กรวยแห่งประสบการณ์ (Cone of Experiences)

โรเบิร์ต อี. ดี. ดีฟเฟอร์ แบ่งประเภทของสื่อการสอน ดังนี้

1. วัสดุที่ไม่ต้องฉาย ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ ของจริง ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง แผนที่ กระดาษสาธิต ลูกโลก กระดานชอล์ค กระดานนิเทศ กระดานแม่เหล็ก การแสดงบทบาท นิทรรศการ การสาธิต และการทดลอง เป็นต้น
2. วัสดุฉายและเครื่องฉาย ได้แก่ สไลด์ फिल्मสตริป ภาพโปร่งใส ภาพทึบ ภาพยนตร์ และเครื่องฉายต่าง ๆ เช่น เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ และฟิล์มสตริป เครื่องฉายกระจกภาพ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายภาพทึบแสง เครื่องฉายภาพจุลทัศน์ เป็นต้น
3. โสตวัสดุและเครื่องมือ ได้แก่ แผ่นเสียง เครื่องเล่นจานเสียง เทป เครื่องบันทึกเสียง เครื่องขยายเสียง และวิทยุ เป็นต้น

### ธรรมชาติในการเรียนรู้ของมนุษย์

ธรรมชาติในการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นมาจากการรับรู้ (perception) ที่ดีความจากความรู้สึกที่ได้จากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวด้วยอวัยวะรับการสัมผัส (sensory organs) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องรับ (receptors) ได้แก่

1. อวัยวะรับการสัมผัสภายนอก ประกอบด้วย
  - ตา (visual sense) สำหรับการมองเห็น
  - หู (auditory sense) สำหรับการได้ยิน
  - จมูก (olfactory sense) สำหรับการดมกลิ่น
  - ลิ้น (gustatory sense) สำหรับการชิมรส
  - กาย (skin sense) สำหรับการสัมผัสทางกาย

2. อวัยวะสัมผัสภายใน ประกอบด้วย

สัมผัสเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว (kinesthesia) ทำให้ทราบการเคลื่อนไหวของอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกาย มนุษย์สามารถรับรู้ได้โดยอาศัยประสาทสัมผัสในกล้ามเนื้อ เอ็นข้อต่อกระดูก

สัมผัสการทรงตัว (vestibular sense) ทำให้รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัว โดยมนุษย์สามารถรับรู้การสัมผัสนี้ ด้วยอวัยวะสัมผัสในช่องหูด้านใน

เมื่ออวัยวะสัมผัสกระทบกับสิ่งเร้า (Stimulus) จากสิ่งแวดล้อม ก็จะส่งความรู้สึกไปยังสมอง ซึ่งสมองจะทำหน้าที่แปลสัมผัส (sensation) และส่งต่อไปยังระบบประสาท (nervous system) จากนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น กระบวนการไฟฟ้าและเคมี เพื่อให้สมองรับทั้งพฤติกรรม การรับรู้ หรือเกิดวิญญูณ ตัวอย่างเช่น เด็กเล็กๆ มองเห็นเปลวเทียนมีแสงสว่างไสว แสงเทียนที่เด็กเห็นจะเป็นสิ่งเร้า เด็กจะคลานเข้าไปหา และเอื้อมมือจับเปลวเทียน มือ (กายสัมผัส) ที่สัมผัสไฟ และตา (จักขุสัมผัส) ที่มองเห็นเปลวเทียน จะส่งความรู้สึกไปยังสมองและระบบประสาท ซึ่งจะ让孩子能รู้ได้ว่า เปลวไฟนั้นมีความร้อนและแสงสว่าง

การเรียนรู้ (learning) ที่เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการรับรู้ เมื่อประสาทสัมผัสกระทบกับสิ่งเร้า และเกิดการรับรู้ ถ้าการรับรู้หรือความรู้สึกนั้นผ่านไปโดยที่มีได้บันทึกความจำ การรับรู้นั้นก็ถือว่ายังไม่ก่อให้เกิดประสบการณ์ แต่ถ้าหากสมองได้บันทึกการรับรู้ไว้เป็นประสบการณ์ เมื่อประสาทสัมผัสกระทบต่อสิ่งเร้าเดิมอีก จะทำให้เกิดความระลึกได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น

ไชยยศ เรืองสุวรรณ กล่าวว่า ก่อนที่จะวางแผนระบบการสอนข้างต้น ส่วนที่ควรพิจารณาเป็นพิเศษ คือ เรื่องของการวิเคราะห์ผู้เรียนว่ามีอะไรบ้างที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ มีอะไรบ้างที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว อะไรคือปัญหาของผู้เรียนในการเรียน ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนหรือไม่ หลังจากนั้นจึงควรเริ่มวิเคราะห์ระบบการสอน ดังนี้

1. ความมุ่งหมาย (Goals) เรามีความมุ่งหมายอะไรบ้างที่มุ่งจะก่อให้เกิดผลสำเร็จในการจัดการเรียนสอน การวิเคราะห์ในเรื่องนี้ก็คือ การวิเคราะห์ภารกิจของผู้สอน
2. สภาพการณ์ (Conditions) ผู้เรียนจะประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ดี ควรเรียนรู้อยู่ภายใต้สภาพการณ์อะไรบ้าง อย่างไร ควรใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการอย่างไร
3. แหล่งการเรียนรู้หรือทรัพยากรการเรียนรู้ (Resources) มีแหล่งการเรียนรู้หรือทรัพยากรอะไรบ้าง ที่จัดว่าจำเป็นต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน
4. ผลที่ได้ (Outcomes) เราจะประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เพียงใด มีอะไรบ้างที่จำเป็นจะต้องปรับปรุงแก้ไข

เกอร์ลัชแห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐอาร์ิโซนาและอีลีแห่งมหาวิทยาลัยชิราคิวส์สหรัฐอเมริกาได้ออกแบบระบบการสอนจนเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ระบบการสอนที่เขาทั้งสองออกแบบไว้ นั้น มีทั้งหมด 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของระบบการสอน จุดมุ่งหมายควรเป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะ หรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ และครูสามารถวัดและสังเกตได้
2. กำหนดเนื้อหา เป็นขั้นของการเลือกเนื้อหา เพื่อนำมาช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และบรรลุจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้
3. ประเมินผลพฤติกรรมก่อนเรียน เป็นการประเมินผลก่อนเรียนเพื่อให้ทราบพฤติกรรมเบื้องต้นหรือพื้นฐานเดิมของผู้เรียน
4. พิจารณายุทธศาสตร์หรือวิธีการสอน คำว่า “ยุทธศาสตร์การสอน” เป็นคำที่ใช้เพื่อจำเพาะเจาะจงยิ่งกว่าคำว่า “วิธีสอน” “ยุทธศาสตร์” คือ วิธีการของครูในการใช้สื่อความ เรื่องราว ข่าวสาร การเลือกทรัพยากร และการกำหนดบทบาทของผู้เรียนในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติโดยเฉพาะ เพื่อช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ส่วนคำว่า “วิธีสอน” เป็นการวางแผนกระบวนการสอนอย่างมีระบบ ยุทธศาสตร์การสอนที่เกอร์ลัชและอีลีเสนอ มี 2 ระบบ คือ

4.1 แบบที่ครูเตรียมเนื้อหาความรู้มาให้แก่ผู้เรียนเองทั้งหมด โดยครูใช้สื่อต่างๆ เพื่อการสอนหรือถ่ายทอดความรู้ ยุทธศาสตร์การสอนแบบนี้ได้แก่ การสอนแบบบรรยาย อภิปราย ซึ่งทั้งหมดนี้เรียกว่ายุทธศาสตร์แบบ Expository Approach

4.2 ยุทธศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้เตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้และการจัดสถานการณ์เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุจุดหมาย ยุทธศาสตร์การสอนแบบนี้เรียกว่า Inquiry หรือ Discovery Approach

5. การจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียน เป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อให้ได้เรียนรู้ร่วมกัน จุดมุ่งหมายของการสอนจะทำให้เราสามารถจัดกลุ่มผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นในการจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียนต้องพิจารณาจากจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและยุทธศาสตร์การสอน ซึ่งสามารถยืดหยุ่นได้ตามตัวแปรที่กล่าวมาแล้ว

6. กำหนดเวลาเรียน จากการกำหนดยุทธศาสตร์และวิธีการสอนกับผู้เรียนกลุ่มต่างๆ แล้วก็ต้องกำหนดเวลาเรียน การกำหนดเวลาเรียนจะขึ้นอยู่กับเนื้อหา จุดมุ่งหมาย สถานที่ การบริการและความสามารถตลอดจนความสนใจของผู้เรียน ดังนั้น การกำหนดเวลาจึงขึ้นอยู่กับผลการวิเคราะห์สภาพการณ์ดังกล่าว

7. กำหนดขนาดหรือสถานที่บรรยาย ห้องเรียนปกติโดยทั่วไปจะมีผู้เรียนประมาณ 30-40 คน ภายในห้องเรียนมีโต๊ะนักศึกษา โต๊ะครู กระดานดำและป้ายนิเทศ ซึ่งนับว่าเหมาะสมกับการสอนแบบบรรยาย แต่อาจจะไม่เหมาะสมกับการสอนที่ใช้ยุทธศาสตร์แบบต่างๆ ดังนั้น ห้องบรรยายจึงควรมีหลายขนาด

7.1 ห้องเรียนขนาดใหญ่ ที่สามารถบรรจุผู้เรียนได้ระหว่าง 60-300 คน

7.2 ห้องเรียนขนาดเล็ก สำหรับการเรียนระบบกลุ่มย่อย

7.3 ห้องเรียนแบบเอกัตบุคคลหรือเรียนแบบเสรี ซึ่งห้องเรียนแบบนี้อาจใช้ห้องศูนย์สื่อการสอนที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาค้นคว้าหรือศึกษาค้นคว้าหรือเรียนรู้ด้วยตนเอง ในห้องเรียนแบบนี้อาจจะมีคู่มือรายบุคคลไว้ให้ผู้เรียนใช้นั่งเรียน

ปัจจุบันห้องบรรยายจำเป็นต้องมีระบบการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบการใช้สื่อการสอนมากขึ้นกว่าแต่ก่อน กล่าวคือ เมื่อก่อนจะมีเพียงกระดานดำ เครื่องฉายข้ามศีรษะ โต๊ะอาจารย์ เก้าอี้ โต๊ะผู้เรียน ก็สามารถทำการสอนได้ แต่ในปัจจุบัน ข้อมูลการเรียนการสอนเป็นไปในลักษณะที่ไร้พรมแดนมากขึ้น ผู้สอนจึงมีความจำเป็นต้องใช้สื่อชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมมากขึ้นเช่นกัน เช่น คอมพิวเตอร์ วิทยทัศน์ เป็นต้น

8. การเลือกทรัพยากรหรือสื่อการเรียนการสอน ในขั้นนี้ครูจะเลือกสื่อต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนที่ใช้ยุทธศาสตร์การสอน ขนาดกลุ่มและสถานที่ในการสอนต่างๆ กันเพื่อให้การสอนบรรลุจุดหมาย เช่น รูปภาพ สไลด์ ภาพยนตร์ เครื่องเสียง หนังสือและอื่นๆ

9. การประเมินผลการเรียน การเรียนเป็นการปะทะสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับสื่อการเรียนการสอน ดังนั้น ผลการเรียนจึงเป็นเรื่องสำคัญในการเรียน

10. การวิเคราะห์ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข

### หลักการใช้สื่อการสอน

1. เตรียมตัวผู้สอน เป็นการเตรียมตัวในการอ่าน ฟังหรือดูเนื้อหาที่อยู่ในสื่อที่จะใช้ว่า มีเนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วนและตรงกับที่ต้องการหรือไม่ จะต้องเพิ่มเติมในส่วนใด จะมีวิธีการใช้สื่ออย่างไร เช่น การใช้ภาพนิ่งเพื่อเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน แล้วอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับบทเรียนนั้น จากนั้นจึงให้ชมวีดิทัศน์เพื่อเสริมสร้างความรู้ แล้วสรุปความรู้อีกครั้งด้วยแผ่นภาพโปร่งใส ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ผู้สอนต้องเตรียมตัวโดยเขียนลงในแผนการสอนเพื่อการใช้สื่อได้อย่างถูกต้อง
2. เตรียมจัดสภาพแวดล้อม โดยการจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้พร้อม ตลอดจนจัดเตรียมสถานที่ห้องเรียนให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่จะช่วยทำให้การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความสะดวก ราบรื่น ไม่เสียเวลา
3. เตรียมพร้อมผู้เรียน เป็นการตัวผู้เรียน โดยมีการแนะนำหรือให้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมในการฟัง ดูหรืออ่านบทเรียนจากสื่อ นั้นให้เข้าใจและสามารถจับประเด็นสำคัญของเนื้อหาได้ และผู้สอนควรบอกผู้เรียนล่วงหน้าว่าหลังจากมีการเรียนหรือใช้สื่อแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีกิจกรรมอะไรบ้าง เช่น การทดสอบ การอภิปราย การแสดงหรือการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนจะได้เตรียมตัวได้ถูกต้อง
4. การใช้สื่อ ผู้สอนต้องใช้สื่อให้เหมาะสมกับขั้นตอนที่เตรียมไว้ เพื่อให้ดำเนินการสอนไปได้ อย่างราบรื่น และต้องควบคุมการนำเสนอสื่อให้ถูกต้อง เช่น การปรับภาพบนจอรับภาพให้ชัดเจน การปรับเสียงให้พอเหมาะสำหรับนักเรียนในห้องและไม่รบกวนห้องเรียนอื่น เป็นต้น
5. การติดตามผล ควรมีการติดตามผลโดยการให้ผู้เรียนตอบคำถาม อภิปรายหรือเขียนรายงาน เพื่อเป็นการทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจบทเรียนและเรียนรู้จากสื่อที่เสนอไปนั้นถูกต้องหรือไม่ เพื่อผู้สอนจะสามารถทราบถึงจุดบกพร่องและเพื่อการแก้ไขปรับปรุงการสอนของตนต่อไป

### ขั้นตอนการใช้สื่อการสอน

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่กำลังจะเรียน สื่อที่ใช้ในขั้นนี้จึงเป็นสื่อที่แสดงเนื้อหากว้างๆ หรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนในครั้งก่อน ยังมีใช้สื่อที่เน้นเนื้อหาเจาะลึกอย่างแท้จริง อาจเป็นสื่อที่เป็นแนวปัญหาหรือเพื่อผู้เรียนคิด และควรเป็นสื่อที่ง่ายต่อการนำเสนอในระยะเวลาอันสั้น
2. ชี้นำดำเนินการสอนหรือประกอบกิจกรรมการเรียน เป็นขั้นสำคัญในการเรียน เพราะเป็นขั้นที่จะให้ความรู้เนื้อหาอย่างละเอียดเพื่อสนองวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ผู้สอนต้องเลือกสื่อให้ตรงกับเนื้อหาและวิธีการสอนหรืออาจจะใช้สื่อหลายแบบก็ได้ ต้องมีการจัดลำดับขั้นตอนการใช้สื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน การใช้สื่อในขั้นนี้จะต้องเป็นสื่อที่เสนอความรู้อย่างละเอียด ถูกต้องและชัดเจนแก่ผู้เรียน
3. ชี้นำวิเคราะห์และฝึกปฏิบัติ เป็นการเพิ่มพูนประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองนำความรู้ด้านทฤษฎี หรือหลักการที่เรียนมาแล้วไปใช้แก้ปัญหาในขั้นฝึกหัด โดยการลงมือฝึกปฏิบัติเอง สื่อในขั้นนี้จึงเป็นสื่อที่เป็นประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนได้ขบคิด โดยผู้เรียนเป็นผู้ใช้สื่อเองมากที่สุด

4. ชั้นสรุปบทเรียน เป็นขั้นของการเรียนการสอน เพื่อการย้ำเนื้อหาบทเรียนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ด้วย ชั้นสรุปนี้ควรใช้เพียงระยะสั้นๆ เช่นเดียวกับขั้นนำเข้าสู่บทเรียน สื่อใช้สรุปนี้จึงควรครอบคลุมเนื้อหาสำคัญทั้งหมดโดยย่อและใช้เวลาสั้นๆ

5. ชั้นประเมินผู้เรียน เป็นการทดสอบว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้หรือเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปถูกต้องมากน้อยเพียงใด และบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่ สื่อในชั้นการประเมินนี้มักจะเป็นคำถามจากเนื้อหาบทเรียนโดยจะมีภาพประกอบด้วยก็ได้ หรืออาจนำสื่อที่ใช้ในชั้นกิจกรรมการเรียนมาถามอีกครั้ง และอาจเป็นการทดสอบโดยการปฏิบัติจากสื่อหรือการกระทำของผู้เรียน เพื่อทดสอบว่าผู้เรียนสามารถมีทักษะจากการฝึกปฏิบัติอย่างถูกต้องครบถ้วนหรือไม่

### การประเมินการใช้สื่อการสอน

1. การประเมินการวางแผนการใช้สื่อ เพื่อดูว่าสิ่งต่างๆ ที่วางไว้สามารถดำเนินไปตามแผนหรือไม่ หรือเป็นไปเพียงตามหลักทฤษฎีแต่ไม่สามารถปฏิบัติจริงได้ จึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อแก้ไขปรับปรุงในการวางแผนในการวางแผนครั้งต่อไป

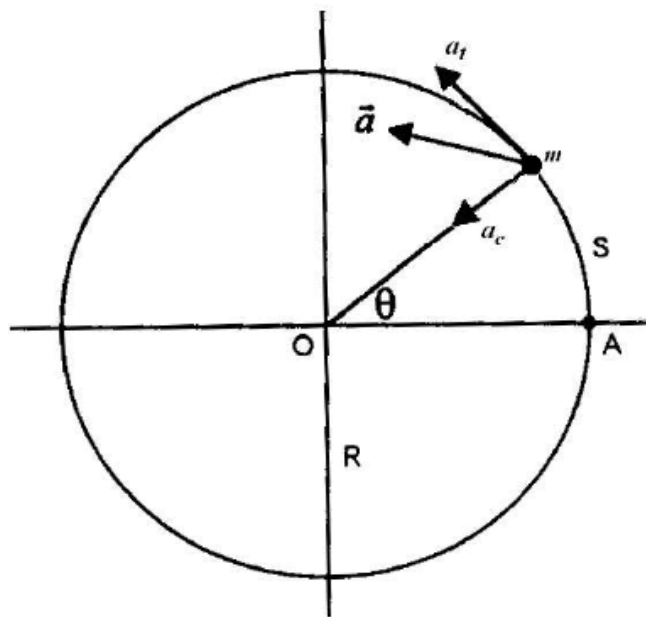
2. ประเมินกระบวนการการใช้สื่อ เพื่อดูว่าการใช้สื่อในแต่ละขั้นตอนประสบปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไรบ้าง มีสาเหตุมาจากอะไร และมีการเตรียมการป้องกันไว้หรือไม่

3. ประเมินผลที่ได้จากการใช้สื่อ เป็นผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยตรงว่า เมื่อเรียนแล้วผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่ และผลที่ได้นั้นเป็นไปตามเกณฑ์หรือต่ำกว่าเกณฑ์



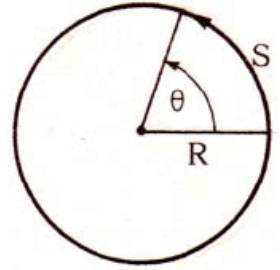
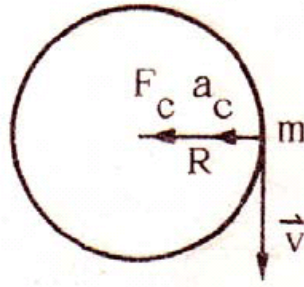
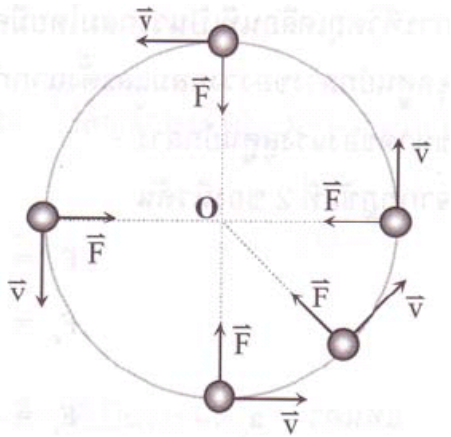
## การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular Motion)

วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม บนระนาบใดๆ อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุจะคงที่หรือไม่ก็ได้ แต่ความเร็วของวัตถุไม่คงที่แน่นอน เนื่องจากว่ามีการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อวัตถุที่มีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่แสดงว่า วัตถุนี้ต้องมีองค์ประกอบของแรงมากระทำในทิศทางที่ตั้งฉากกับเส้นทางการเคลื่อนที่ด้วย และกรณีที่มีการเคลื่อนที่มีอัตราเร็วไม่คงที่แสดงว่าต้องมีองค์ประกอบของแรงในทิศทางที่ขนานกับแนวการเคลื่อนที่ด้วย พิจารณาดังรูป



การเคลื่อนที่แบบวงกลมจัดเป็นหนึ่งในเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ ในการเคลื่อนที่ที่เป็นวงกลมที่จะทำการศึกษานั้น ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมจะมีค่าคงที่หรือเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกการเคลื่อนที่วงกลมแบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ (Uniform Circular Motion)

การเคลื่อนที่แบบวงกลม ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีแรงกระทำตั้งฉากกับเวกเตอร์ความเร็วเสมอตลอดการเคลื่อนที่ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนววงกลม แต่ยังคงมีความเร่งเกิดขึ้น ซึ่งความเร่งจะขึ้นกับการเปลี่ยนเวกเตอร์ความเร็ว ซึ่งเวกเตอร์ความเร็วจะมีทิศสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศตั้งฉากกับแนวรัศมีวงกลม เรียกความเร่งชนิดนี้ว่า ความเร่งแนวสัมผัสวงกลม ( $a_T$ ) เวกเตอร์ความเร่งในการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีทิศตั้งฉากกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางวงกลมเสมอ เราเรียกความเร่งนี้ว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ( $a_c$ )



คาบ ( $T$ ) คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หรือ วินาทีต่อรอบ (s)  
 ความถี่ ( $f$ ) คือ จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ รอบต่อวินาที (Hz)

$$f = \frac{1}{T}, T = \frac{1}{f}$$

อัตราเร็วเชิงเส้น ( $v$ ) คือ ระยะทางตามแนวเส้นรอบวงของวงกลมที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (m/s)

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf$$

อัตราเร็วเชิงมุม ( $\omega$ ) คือ มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รัศมีกวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (เรเดียน/วินาที) rad/s

$$\omega = \frac{\theta}{T} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{v}{R}$$

ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Acceleration)  $a_c$  คือ ความเร่งเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบวงกลม มีขนาดคงที่ และมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางเสมอ  
 เมื่อ  $R$  = รัศมีการเคลื่อนที่ในแนววงกลม (m)

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

แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force)  $F_c$  คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลม มีทิศเดียวกับทิศของความเร่ง

เมื่อ  $m$  = มวลวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม (kg)

$$F_c = ma_c = \frac{mV^2}{R}$$

หลักการคำนวณเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบต่าง ๆ

เขียนระนาบกลมขณะที่วัตถุกำลังหมุน

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วแตกแรงทั้งหมดให้อยู่ในแนวเข้าสู่ศูนย์กลางวงกลม และแนวตั้งฉากกับแนวเข้าสู่ศูนย์กลาง

ในแนวเข้าสู่ศูนย์กลาง หาแรงลัพธ์ที่มีทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง แรงนี้จะทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

ในแนวตั้งฉากกับระนาบวงกลมนี้ ถือว่าสมดุล  $\therefore \sum F$  ในแนวนั้นเท่ากับศูนย์

เมื่อระบบของวงกลมวางอยู่ในแนวระดับวัตถุผูกเชือก แกว่งเป็นวงกลมบนโต๊ะระดับผิวเกลี้ยง

หาความเร็วเชิงมุมได้จาก

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

หาความเร่งสู่ศูนย์กลางได้จาก

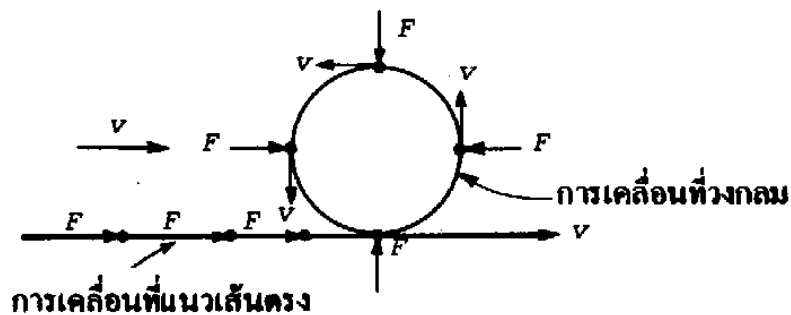
$$a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

หาแรงสู่ศูนย์กลางได้จาก

$$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$$

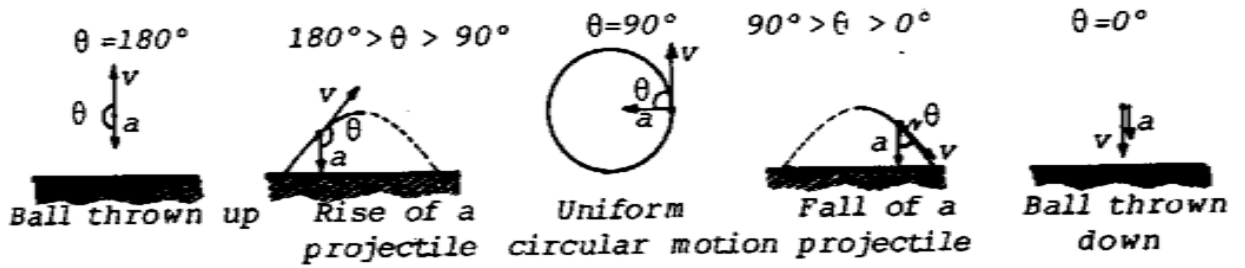
การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นวงกลม การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมคือ การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีแรงกระทำตั้งฉากกับความเร็วอยู่ตลอดเวลา ดังรูป



รูปแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นเส้นตรงและวงกลม

สรุปลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบต่างๆ ได้ดังนี้



รูปแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบต่างๆ

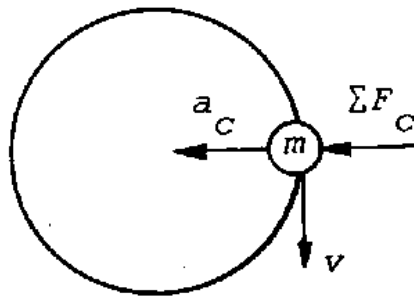
ถ้าแรง F ขนานกับความเร็วจะได้รับการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

ถ้าแรง F กับความเร็วทำมุม  $\theta$  อยู่ระหว่าง 0 ถึง 180 จะได้รับการเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง

ถ้าแรง F กับความเร็วตั้งฉากกันจะได้รับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

จากรูป ทิศของแรงก็คือทิศของความเร่งของการเคลื่อนที่เป็นวงกลม เนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม มีแรงลัพธ์ในแนวตั้งฉากกับความเร็วอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความเร่งที่เกิดขึ้นจะต้องตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลาด้วยเราเรียกความเร่งนี้ว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ถ้าวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีความเร่งมากกว่าหนึ่งแนวจะทำให้เกิดความเร่งขึ้นสองแนวด้วยกัน คือ แนวสู่ศูนย์กลางและแนวเส้นสัมผัสซึ่งแยกการพิจารณาได้ดังนี้

วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ ได้แก่การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมที่มีแรงลัพธ์ตั้งฉากกับความเร็ว ส่วนใหญ่ได้แก่การเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวราบจะเกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางเพียงแนวเดียวเท่านั้น และในกรณีอัตราเร็วของวัตถุจะมีค่าคงที่ การหาแรงที่ทำให้วัตถุวิ่งเป็นวงกลม กำหนดให้วัตถุมวล  $m$  ถูกกระทำด้วยแรง  $\sum F_c$  (ผลรวมของแรงสู่ศูนย์กลาง) ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่และมีรัศมีเท่ากับ  $r$



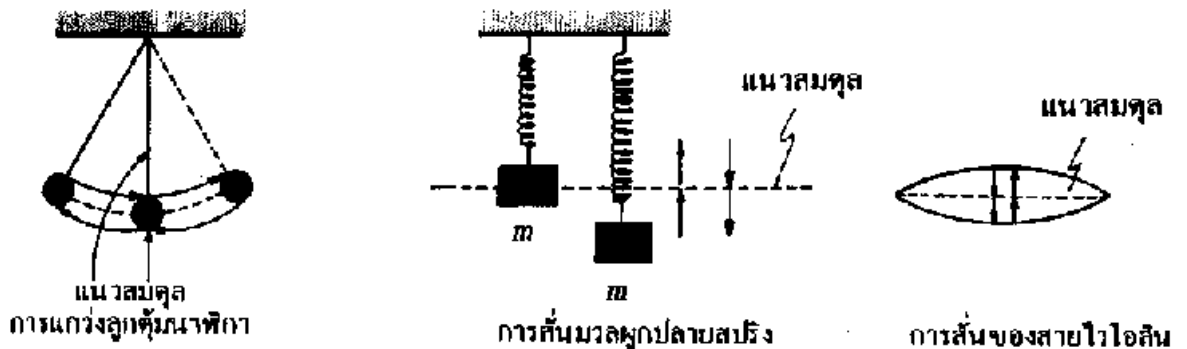
จากกฎของนิวตัน	$\sum F$	=	$ma$
			$\frac{v^2}{r}$
แต่	$a_c$	=	$\frac{v^2}{r}$
$\therefore$	$\sum F_c$	=	$\frac{mv^2}{r}$

อัตราเร็วของการเคลื่อนที่เป็นวงกลม การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม เราสามารถกำหนดอัตราได้หลายลักษณะด้วยกันดังต่อไปนี้

1. อัตราเร็วเชิงเส้น ( $v$ ) คือความยาวตามส่วนโค้งของวงกลมที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที
2. อัตราเร็วเชิงมุม ( $\omega$ ) คือมุมที่จุดศูนย์กลางมีหน่วยเป็นเรเดียนที่รองรับความยาวส่วนโค้งของวงกลมที่เคลื่อนที่ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น เรเดียน /วินาที
3. อัตราเร็วเป็นรอบ ( $f$ ) คือจำนวนรอบของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น รอบ /วินาที
4. อัตราเร็วเป็นคาบ ( $T$ ) คือเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็น วินาที

### การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)

ลักษณะการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคแบบกลับไปกลับมาผ่านแนวสมดุลของระบบ ได้แก่ การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา การแกว่งของมวลผูกปลายสปริงและการสั่นของสายไวโอลิน เป็นต้น

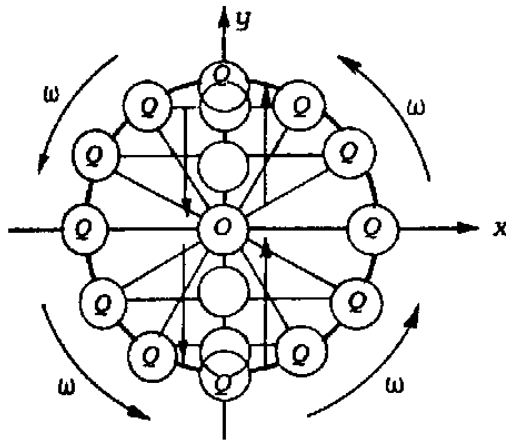


รูปแสดงลักษณะการสั่นของระบบต่าง ๆ

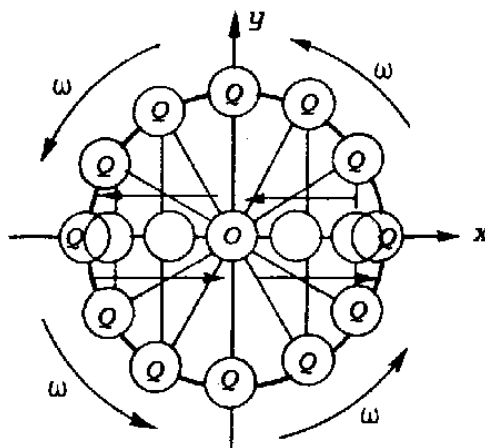
การเคลื่อนที่ของระบบต่างๆ ในรูปทำให้เราสรุปได้ว่า วัตถุจะเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิกได้เมื่อวัตถุนั้นเคลื่อนที่จากแนวสมดุลทำให้ได้แรงย้อนกลับสะสมอยู่ เมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่ไปกลับมันจะเกิดการเคลื่อนที่ไปกลับรอบแนวสมดุลนั้น

พิจารณาการเคลื่อนที่ของเงาของอนุภาคที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่

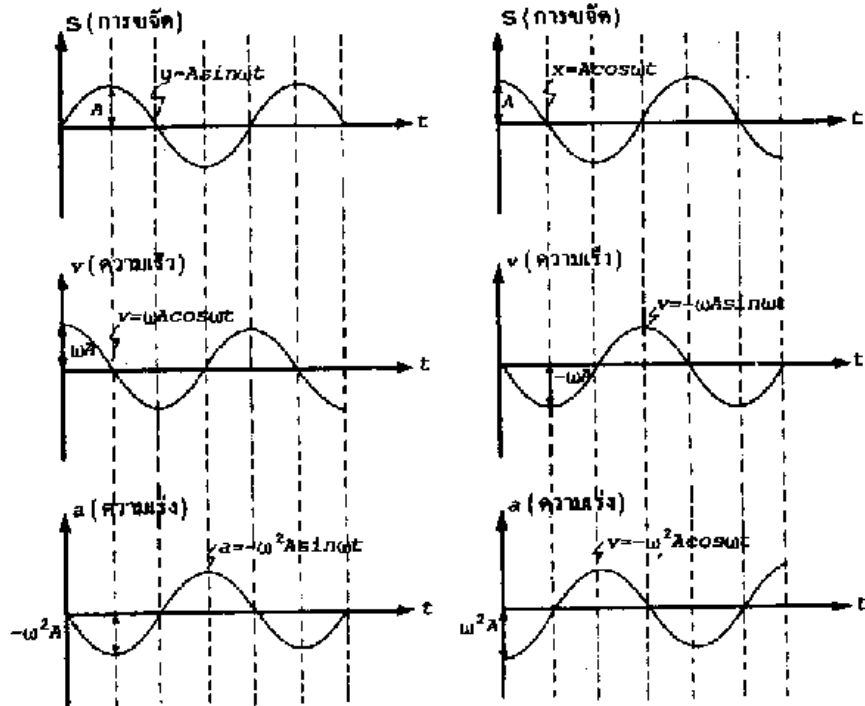
กำหนดให้อนุภาค Q เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยรัศมี A และอัตราเร็วเชิงมุม  $\omega$  และเมื่อเวลา  $t = 0$  อนุภาคเคลื่อนที่ผ่านแกน +X พอดี ขณะที่อนุภาค Q เคลื่อนที่เป็นวงกลมสมมติให้ QX และ QY เป็นเงาของ Q บนแกน X และแกน Y ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  เส้นตรง OQ จะทำมุม  $\omega t$  กับแกน +X และเงา QX กับ QY จะมีการขจัดเทียบกับจุด O เป็น X และ Y ตามลำดับ



รูปแสดง เงาของอนุภาค Q บนแกน Y (เคลื่อนที่แบบSHM โดยมีแกน X เป็นแนวสมดุล)



รูปแสดง เงาของอนุภาค Q บนแกน X (เคลื่อนที่แบบSHM โดยมีแกน Y เป็นแนวสมดุล)



ข้อสังเกตจากกราฟ

กราฟความสัมพันธ์ s-t , v-t และ a-t ของการเคลื่อนที่ของอนุภาคต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. ถ้าอนุภาคเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงจะได้กราฟความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง การพิจารณาลักษณะกราฟต่างๆ ให้ดูที่ slope หรือค่าของความเร็ว , ความเร่ง
2. ถ้าอนุภาคเคลื่อนที่แบบ SHM จะได้กราฟความสัมพันธ์เป็น sine หรือ cosine curve ดังรูปแสดงการพิจารณาลักษณะกราฟให้ใช้วิธีการหาค่าอนุพันธ์

แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกเป็นการเคลื่อนที่ชนิดที่มีความเร่ง แสดงว่าจะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุและการเคลื่อนที่ที่จะต้องเป็นไปตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน การหาเงื่อนไขของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบ SHM

$$\text{จาก } \sum F = ma$$

แต่ความเร่งของ SHM จะได้  $a = -\omega^2 S$

∴ แทนค่า จะได้  $F = -m\omega^2 S$

จากสมการ  $m\omega^2 = \text{ค่าคงที่} = k$

สามารถเขียนสมการใหม่ได้  $F = -ks$  โดย  $k = m\omega^2$

\* นั่นคือ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบ SHM ได้ต่อเมื่อ

1. แรงลัพธ์เกิดกับวัตถุต้องมีทิศเข้าสู่แนวศูนย์กลาง
2. ขนาดของแรงลัพธ์แปรผันตามการขจัด  $\sum F \propto S$

คาบและความถี่ของการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก

$$\text{จาก } k = m\omega^2$$

เราทราบว่าอัตราเร็วเชิงมุมของการเคลื่อนที่เป็นวงกลมสัมพันธ์กับคาบ ด้วยสมการ

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

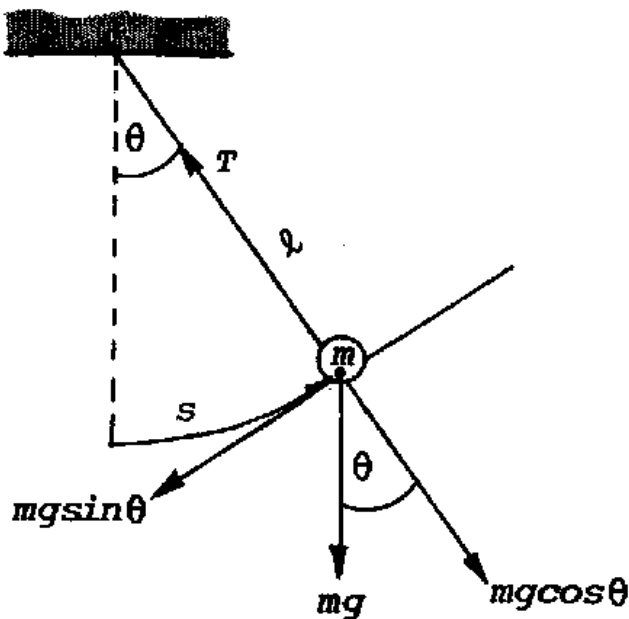
เนื่องจากเราสังเกตเห็นว่าการเคลื่อนที่ของเงาแบบ SHM มีคาบของการเคลื่อนที่ครบรอบเท่ากับคาบของการเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่เกิดเงานั้น ดังนั้น  $T$  จึงเป็นคาบของ SHM ด้วย

$$\text{ดังนั้น } K = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$\text{คาบของ SHM } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{ความถี่ของ SHM } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

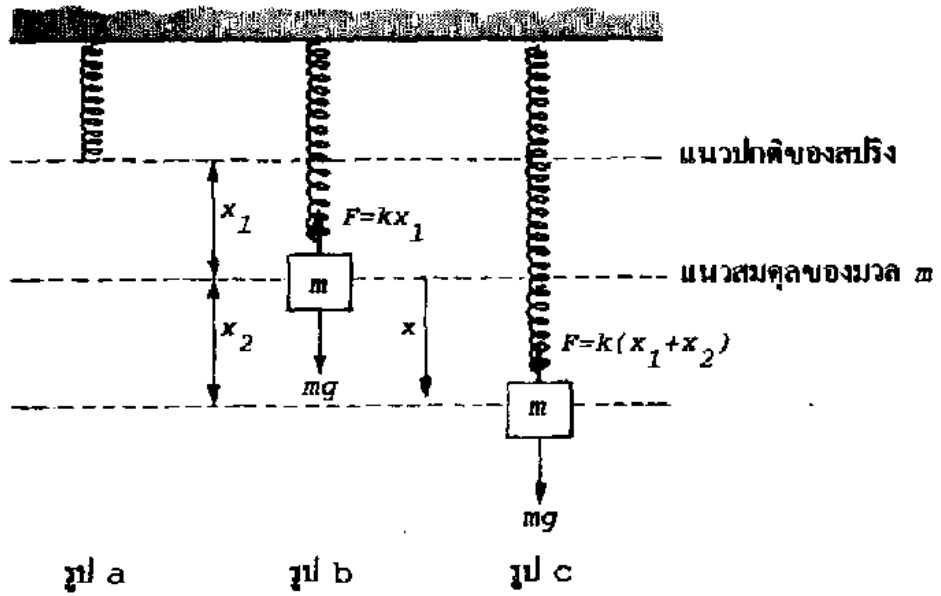
การเคลื่อนที่แบบ SHM ของระบบต่าง ๆ ในการที่เราจะพิจารณาการเคลื่อนที่ของระบบเพียง 2 ระบบเท่านั้นคือ การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาและการสั่นของมวลปลายสปริง การเคลื่อนที่แบบ SHM ของลูกตุ้มนาฬิกา กำหนดให้ลูกตุ้มมวล  $m$  ผูกเชือกยาว  $l$  เมื่อลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งที่เชือกทำมุม  $\theta$  กับแนวตั้งมีอัตราเร็วเท่ากับ  $v$  และส่วนโค้งรองรับมุม  $\theta$  เท่ากับ  $s$



รูปแสดงการแกว่งของลูกตุ้ม



การแกว่งของมวลผูกปลายสปริงกำหนดให้มวล  $m$  แขนงสปริงในแนวตั้งดังรูป (a) แล้วค่อยๆ ปลดปล่อยให้สปริงยืดออกจนกระทั่งมวล  $m$  อยู่หนึ่ง ดังรูป (b) จากนั้นดึงมวล  $m$  ให้ยืดออกจากรูป(b) เท่ากับ  $X_2$  แล้วปล่อยให้มันสั่นขึ้นลงแบบ SHM



รูปแสดงการแกว่งมวลผูกสปริง

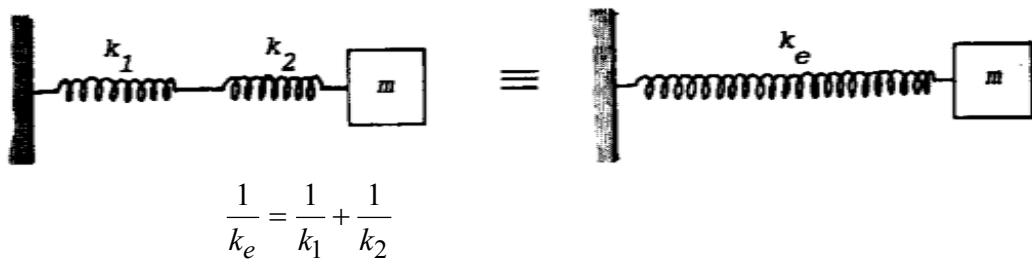
นั่นคือ  $F$  มีทิศสู่แนวสมดุลและมีค่าแปรผันตามการขจัด  $X$  ดังนั้นการแกว่งของการผูกปลายสปริงจึงเป็นการแกว่งแบบ SHM คาบเวลาการแกว่งของมวลผูกปลายสปริงมีค่าดังสมการ

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{โดย } k = \text{ค่านิจของสปริง}$$

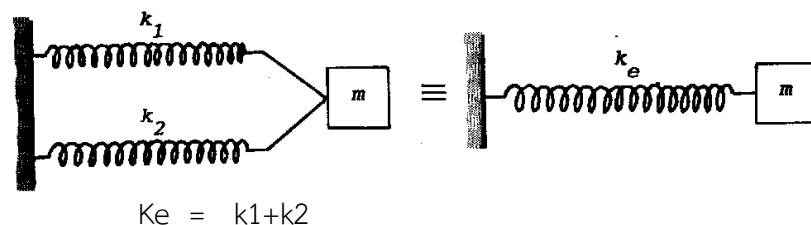
เนื่องจากการหาคาบเวลาการสั่นของมวลจากผูกสปริงจากสูตรข้างบน จะต้องเป็นสปริงเส้นเดียวเท่านั้น

ถ้ามีสปริงหลายเส้นจะต้องทำการยุบให้เป็นสปริงเส้นเดียวเสียก่อน จึงมีสูตรการยุบค่านิจของสปริงที่มีการต่อในแบบต่างๆได้ดังนี้

1. การต่อสปริงแบบอนุกรม เมื่อนำสปริงมาต่อตามกันแล้วต่อกับมวล เราสามารถยุบสปริงให้เป็นเส้นเดียวแล้วหาค่านิจใหม่จะได้ตามสมการ



2. การต่อสปริงแบบขนาน เมื่อนำสปริงมาต่อขนานกันและต่อกับมวล เราสามารถยุบสปริงให้เป็นเส้นเดียวและหาค่านิจได้จากสมการ



### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมลลา บุตรา (2549: 96-97) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีผลต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : เซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .5

เกศกนก อินแปลง (2550 : 99-102) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญาและการเรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีผลต่อการคิดวิพากษ์และแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญา มีแนวความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา และมีการคิดวิพากษ์วิจารณ์ มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะแบบสำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ถาวร บังป่า (2550 : 69-70) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาให้ความสนใจบางส่วน โดยนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติ ระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงาน แต่ไม่มีแนวความคิดผิดพลาดในมโนคติวัฏจักรสารลดลงจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิทธิพล ใจเย็น (2550 : 92) นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนและคะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียนผ่านไป 14 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 14 วัน มากกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

สุพจน์ วงศ์คำจันทร์ (2550: 57-68) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติพิสิทส์: งาน พลังงานและโมเมนตัมและวิจารณ์ญาณ ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และมีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดนส่วนรวม และเป็นรายด้านทุกด้านมากกว่าในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนามิกา อุตรรนคร (2550 : 103) นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้การรู้คิด มีความเข้าใจสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนหรือความเข้าใจเพียงบางส่วน มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนที่เรียนวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น

จิราภรณ์ น้อยน้ำใส (2551 : 60-61) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา และทักษะกระบวนการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีผลการเรียนต่างกัน พบว่าหลังเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาให้ความสนใจบางส่วน โดยนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติ ระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงาน แต่ไม่มีแนวความคิดผิดพลาดในมโนคติวัฏจักรสารลดลงจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยวรรณ ประเสริฐไทย (2551 : 80-83) นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบบูรณาการคู่ขนานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศาสตร์ ศาสนาและวัฒนธรรม มีคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 47.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ด้านเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนพบว่าก่อนและหลังได้รับการสอนโดยวิธีการสอนแบบบูรณาการคู่ขนานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่องลำห้วยบอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 3

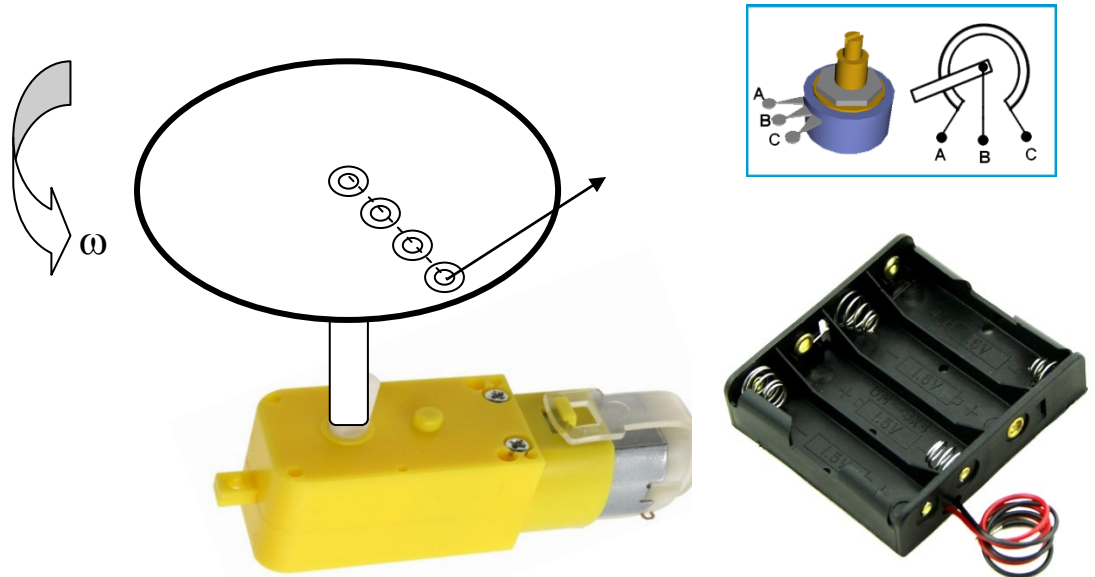
### วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี ความถี่ คาบการเคลื่อนที่ แผ่นกราฟแสดงผล จากชุดการทดลองโดยทำการทดลองเปรียบเทียบ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัย คือ การพัฒนาและสร้าง ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย การประเมินคุณภาพของชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตตามเกณฑ์ 80/80 และการประเมินความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

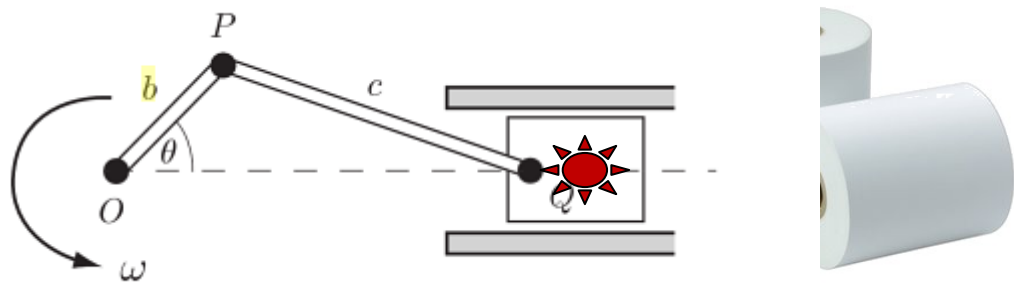
#### 3.1 การพัฒนาและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี ความถี่ คาบการเคลื่อนที่ แผ่นกราฟแสดงผล จากชุดการทดลองโดยทำการทดลองเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย โดย ชุดสาธิตที่สร้างขึ้นเพื่อหาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ จานหมุนเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ติดมอเตอร์เกียร์ที่มีความเร็วรอบควบคุมได้ ด้านล่างของจานหมุน และต่อด้วยวงจรรควบคุมความเร็วด้วยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ ซึ่งสามารถปรับค่าอัตราเร็วเชิงมุมของการหมุนได้ตั้งแต่ 0 ถึง 16 เรเดียนต่อวินาที ดังแสดงในรูปที่ 3.1 วัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมจานหมุนโดยแบ่งระยะรัศมีบนจานหมุน



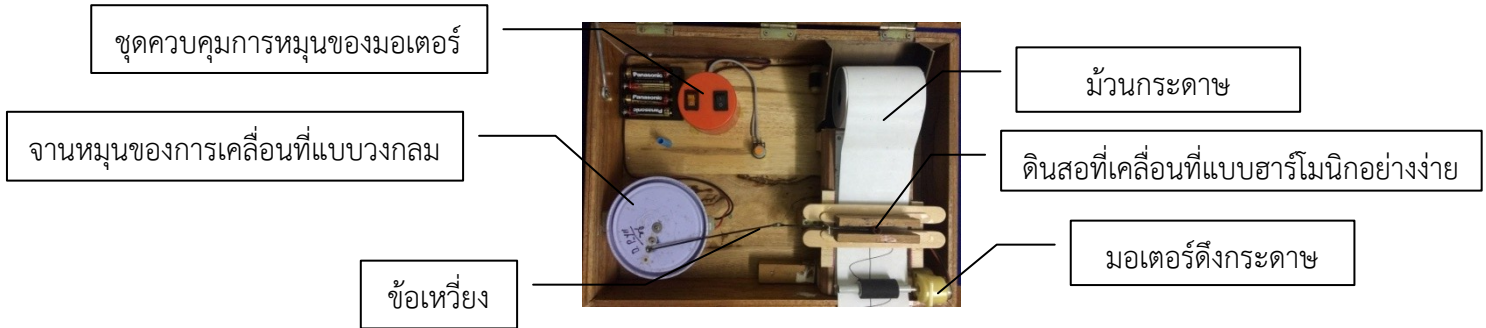
รูปที่ 3.1 การออกแบบและสร้างชุดงานหมุนของการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ข้อเหวี่ยงติดกับปากกาเขียนกราฟการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion) โดยใช้กระดาษม้วน แคชเชียร์ แบบมีสำเนา ขนาด 75 x 75

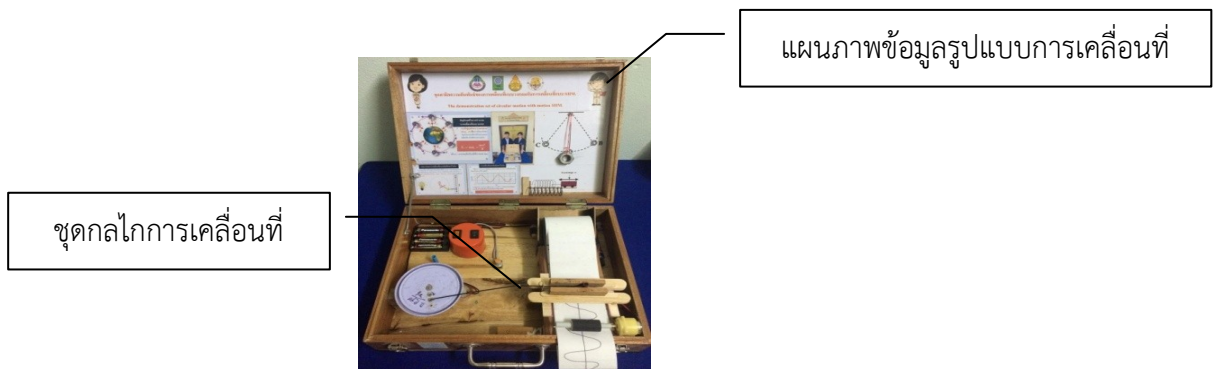


รูปที่ 3.2 การออกแบบและสร้างชุดเขียนกราฟการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ทำการประกอบชุดควบคุมการเคลื่อนที่ทั้ง 2 รูปแบบ ลงในกล่องไม้ โดยติดตั้งจุดศูนย์กลางของงานหมุนให้ตรงกับแนวการเคลื่อนที่ของดินสอบนกระดาษ ประกอบข้อเหวี่ยงเชื่อมต่อระหว่างจุดรัศมีใดๆบนงานหมุนกับแนวบังคับการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย ทดสอบการหมุนของงานหมุนโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์เกียร์ที่ติดอยู่กับงานหมุน พิจารณาการหมุนปรับรอบการหมุนโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ จากนั้นใส่ขอเกี่ยวลงบนงานหมุน ทดสอบพิจารณาการเคลื่อนที่ของดินสอและขีดบนกระดาษ



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงส่วนประกอบอุปกรณ์ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย



รูปที่ 3.4 ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย



รูปที่ 3.5 การนำชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตและประเมินความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิต

### 3.2 การประเมินคุณภาพของชุดสาคิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

การสร้างแบบประเมินคุณภาพ ชุดสาคิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ดำเนินการสร้างโดยการศึกษา วิธีการสร้าง ซึ่งดัดแปลงจากประนอมหมอกกระโทก (2545) แบบประเมินคุณภาพของชุด สาคิตเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบวิธี ของลิเคิร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ , 2540) โดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ในการประเมินครั้งนี้กำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพของชุดสาคิต 4 ด้าน ดังนี้

3.2.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป

3.2.2 ลักษณะการใช้งาน

3.2.3 การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม

3.2.4 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

ผลการประเมินกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมิน คุณภาพชุด สาคิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ของผู้ผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง	การประเมินผลอยู่ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง	การประเมินผลอยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง	การประเมินผลอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง	การประเมินผลอยู่ในระดับพอใช้
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง	การประเมินผลอยู่ในระดับควรปรับปรุง

### 3.3 การหาประสิทธิภาพของชุดสาคิตโดยใช้เกณฑ์ 80/80

เมื่อพัฒนา ชุดสาคิต ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนตะโหนด ตำบลแม่ชรี อำเภอดงหลวง จังหวัดพัทลุง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 202 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ของโรงเรียนตะโหนด ตำบลแม่ชรี อำเภอดงหลวง จังหวัดพัทลุง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### ขอบเขตตัวแปร

#### ตัวแปรอิสระ

- การเรียนโดยใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

#### ตัวแปรตาม

- ประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายตามเกณฑ์ 80/80
- ความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายอยู่ในระดับดีมาก

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) มีแบบแผนการทดลองดังนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดสอบ	สอบหลัง
(P)E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

P	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
T1	แทน	การสอบก่อนเรียน (Pretest)
X	แทน	การเรียนโดยใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
T2	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)



## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

#### 1.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดผล ประเมินผล และวิธีการสร้างแบบทดสอบ

1.1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้และเนื้อหา การเคลื่อนที่ แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ - ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ และ 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.1.3 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้ง 4 ด้าน

1.1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Index of Congruence: IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50

1.1.5 นำแบบทดสอบมาปรับปรุง แก้ไข และนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนที่เคยเรียนการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายมาแล้ว จำนวน 30 คน

1.1.6 นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบทางการเรียนที่ทดลองใช้มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ

1.1.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder – Richardson 20)

1.1.8 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองที่โรงเรียนตะโฮมต ตำบลแม่ขี อำเภอดงหลวง จังหวัดพัทลุงดังนี้

1. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย พร้อมทั้งแนะนำชุด สาคิต ที่สร้างขึ้น จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 -6 คน โดยคละนักเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มรับใบงานประกอบการทดลองศึกษาใบงานและวางแผนการทดลองในกลุ่มตนเอง จากนั้นทำการสาธิตทำการทดลองตามเวลาที่กำหนดคือ 2 คาบ ๆ ละ 50 นาที

3. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ และให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิต
4. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของชุดสาธิตนี้กระทำโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ด้าน คือ 1) ด้านลักษณะกายภาพทั่วไป 2) ด้านลักษณะการใช้งาน 3) ด้านการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม และ 4) ด้านความเหมาะสมของการนำไปใช้ ประกอบการเรียนการสอน ตัดสินคุณภาพของชุดทดลองที่ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 (จากมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ เมื่อ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง, 2 หมายถึง พอใช้, 3 หมายถึง ปานกลาง, 4 หมายถึง ดี และ 5 หมายถึง ดีมาก)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพทางการศึกษาดำเนินการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 เป็นการวิเคราะห์เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของชุด สาธิต โดยหาค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามท้ายการทดลอง กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งกลุ่ม จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 แล้วนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วหาผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1 สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{X}$ ) คำนวณจากสูตร (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2562)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด  
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ของคะแนนคานวนจากสูตร (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2552)

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

เมื่อ	S. D .	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	ข้อมูลแต่ละจำนวน
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในชุดนั้น
	n	แทน	จำนวนข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับ จุดประสงค์คำนวณโดยใช้สูตร (ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์, 2542)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพทางการศึกษาใช้ตามเกณฑ์ 80/80

3.1 การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตตามเกณฑ์ 80/80 คำนวณโดยใช้ สูตรดังนี้ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, 2528)

$$\frac{E_1}{E_2}$$

โดย 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทุกคนที่ตอบคำถามท้าย การทดลองครบในคู่มือการใช้ชุด สาธิต ระหว่างเรียน โดยเฉลี่ยทั้งกลุ่มที่ผู้เรียนต้องทำได้คิดเป็น ร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทุกคนที่ทำแบบทดสอบหลัง เรียนครบในคู่มือการใช้ชุดสาธิต โดยเฉลี่ยทั้งกลุ่มที่ผู้เรียนต้องทำได้คิดเป็นร้อยละ 80

**บทที่ 4**  
**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

ในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยทำการวัดประสิทธิภาพของชุดสาธิตที่สร้างขึ้น ด้วยวิธีการสอบเทียบรอบการเคลื่อนที่ รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการจัดการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่ายเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ คุณภาพชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ซึ่งได้ประเมินคุณภาพการใช้ชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ปรากฏผลดังนี้

ด้านที่ประเมิน	ผลการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	สรุปผล
	1	2	3			
1.ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	4.60	4.00	4.80	4.47	0.42	ดี
2.ลักษณะการใช้งาน	4.40	4.40	4.80	4.53	0.19	ดีมาก
3.การบำรุงรักษา และการซ่อมแซม	4.75	3.75	5.00	4.50	0.66	ดี
4.ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้	4.75	4.25	4.75	4.58	0.29	ดีมาก
ประกอบการเรียนการสอน	4.63	4.10	4.84	4.52	0.39	ดีมาก

การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่าง ง่าย กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตตามเกณฑ์ 80/80 โดยอาศัยคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายการทดลองและผลการทดสอบทางการเรียนใช้การเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ปรากฏผลดังนี้

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ประสิทธิภาพของชุดทดลอง	ร้อยละ
1.แบบฝึกหัดท้ายการทดลอง	20	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบแบบฝึกหัดท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	80.33 ( $E_1$ )
2.ผลการทดสอบทางการเรียน	30	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทางการเรียนได้ถูกต้อง	81.11 ( $E_2$ )

ตารางแสดงผลความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ  
การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ยระดับ	แปลค่า
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด		
1.การเรียนรู้ด้วยชุดสาธิตในลักษณะนี้ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเพียงใด	12	9	9	0	0	4.10	ระดับดี
2.ชุดสาธิตมีขนาดและลักษณะเหมาะสมกับเรื่องการทดลองเพียงไร	12	11	7	0	0	4.17	ระดับดี
3.ค่าที่วัดจากชุดสาธิต มีความสอดคล้อง ถูกต้องกับทฤษฎีเพียงใด	13	10	7	0	0	4.20	ระดับดี
4.การเรียนรู้ด้วยชุดสาธิต ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	17	12	1	0	0	4.53	ระดับมาก
	ค่าเฉลี่ยรวม					4.25	ระดับดี
	ร้อยละ					85.00	

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบได้ ผ่านการประเมินคุณภาพ ชุดสาธิต โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการประเมินคุณภาพ 4 ด้าน ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

2. การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนตะโหนด จังหวัดพัทลุง จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) พบว่าชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80.33/81.11 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ผลการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิต นักเรียนมีระดับความพึงพอใจของการใช้ชุดสาธิตคิดเป็นร้อยละ 85

จากผลการศึกษาเห็นได้ว่าชุดสาธิต ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายใช้เทคนิคที่ไม่ซับซ้อน เห็นภาพได้ชัดเจน ในรูปแบบกราฟที่แสดงผลออกมาบนแผ่นกระดาษเพื่อการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยนักเรียนสามารถเปรียบเทียบการเคลื่อนที่แบบวงกลมเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงระยะรัศมีบนจานหมุน ว่ามีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ตามทฤษฎี จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สาธิตการทดลองฟิสิกส์พื้นฐานเรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรปรับปรุงให้สามารถแยกอธิบายเฉพาะการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เพื่อปรับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน จะช่วยให้เห็นภาพและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทั้ง 2 การเคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้น

2. พัฒนากลไกเพิ่มเติม เช่น บอร์ดควบคุม เซนเซอร์วัดค่าแสดงผลในรูปแบบดิจิทัล และการแสดงผลบนหน้าจอบนคอมพิวเตอร์หรือจอฉายภาพ แสดงการทำงานสามารถสาธิตหน้าชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- \_\_\_\_\_. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวรรณ สายเผ่าพันธุ์. (2553). **การสร้างชุดทดลองเพื่อหาแรงสู่ศูนย์กลาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกัลลัณบุรี.
- ชาญชัย อินทรสุวานนท์. (2531). **เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยี 301 “สื่อการสอน”**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชูจิต สารระภาค. (2547). **ผลการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการใช้เครื่องมือการทดลองในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- โซ สาลีฉิน. (2528). **การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทดแทนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- \_\_\_\_\_. (2534). **เทคโนโลยีพื้นฐานการประดิษฐ์ การสร้างอุปกรณ์และเครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). **การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธัญญา โพธิ์รัง. (2550). **การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธานีรินทร์ ศิลป์จารุ. (2552). **การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: บิสนิเนซฮาร์แอนด์ดี.
- บุพผชาติ ทัพทิกธน์. (2552). **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- ประนอม หมอกกระโทก. (2545). **การพัฒนาชุดทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรงในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). “**หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่**”. ใน เอกสารนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233: หน่วยศึกษานิเทศก์. กรุงเทพมหานคร: กรมฝึกหัดครู.
- เผชิญ กิจระการ. (2546). “**ดัชนีประสิทธิผล**” ใน เอกสารประกอบการสอน: ภาควิชาเทคโนโลยี การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พรรณรัตน์ อารมณ์พิศาล. (2548). **การพัฒนาชุดทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดนครปฐม**. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มนต์ชัย สิทธิจันทร์. (2547). **ผลของการฝึกจินตนาการในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการจินตนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2532). **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- \_\_\_\_\_. (2540). **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว. (2532). **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ . (2542). **การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วันธนา ศิลปะวิลาวัณย์. (2552). **ชุดการทดลองเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของเรื่อง คลื่นเสียง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรศึกษา สาขาการสอนฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ลิปพนนท์ เกตุทัต. (2541). **การประชุมเชิงปฏิบัติการระดมความคิดครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิสัยทัศน์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยุคหลังปี ค.ศ. 2000**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.



Nuri Balta. (2012). Locating the Center of Gravity: **The Dance of Normal and Frictional**

**Forces, The Physics Teacher.** 50: (456-457).

Tracy Hood. (2012). A New Direction: **How a Compass Pointed the Way to Clearing Up**

**an Attractive Misconception, The Physics Teacher.** 50: (398-399).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

การศึกษาผลการใช้ชุดสาริตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



1.ดร.ภัทริณี ไวท์

อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



2.นางสาวนงลักษณ์ จันทรพิชัย

อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร



3. นางมัลลิกา หล้าพันธ์

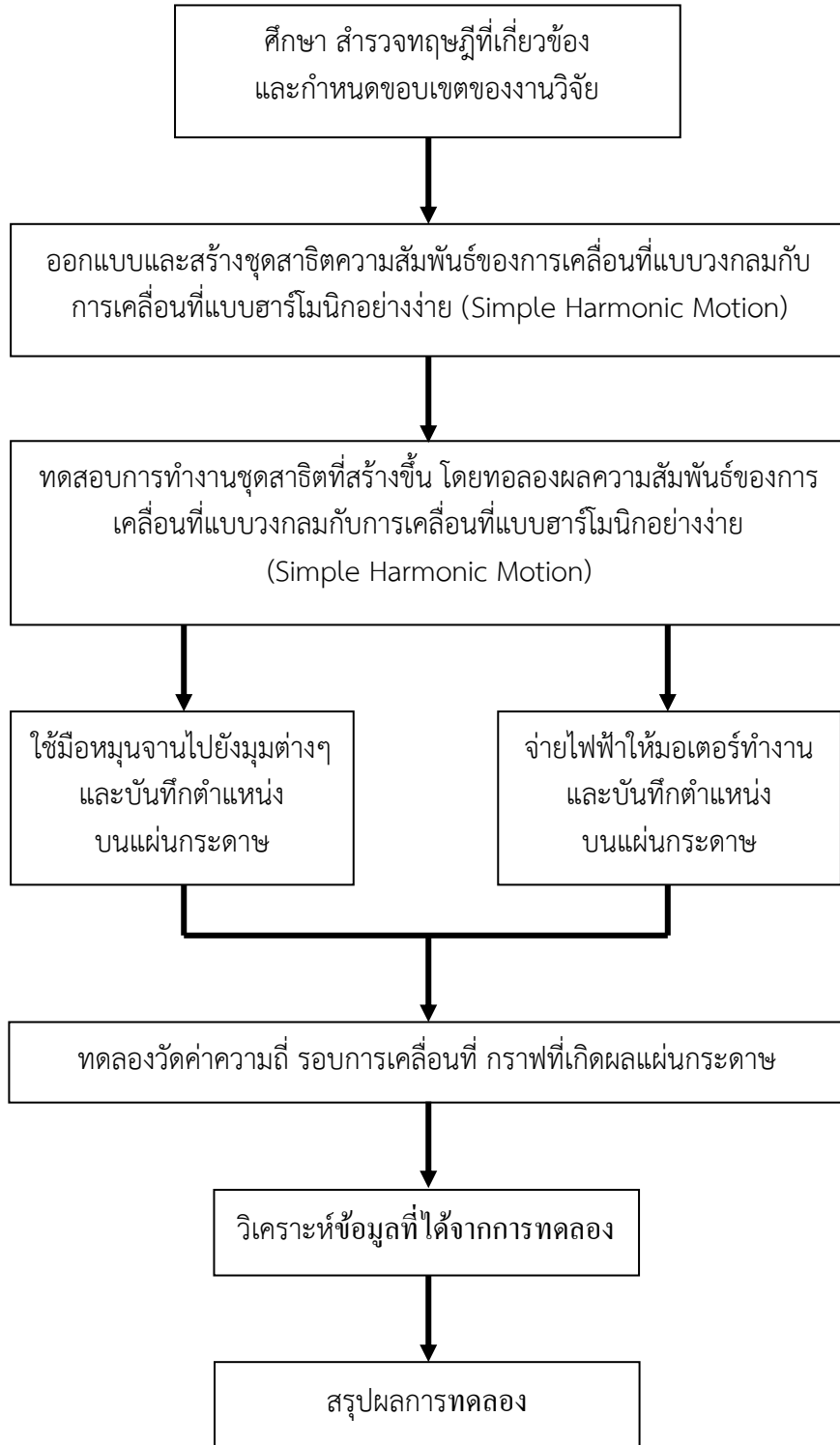
อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ภาคผนวก ข  
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

ภาคผนวก ค  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ง  
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย





แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

แบบประเมินคุณภาพชุดสาคิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม  
กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย  
แบบประเมินนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์  
เกี่ยวกับคุณภาพของชุดสาคิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม  
กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

คำชี้แจง : แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน

- ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน  
ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์ ประกอบด้วย 4 ข้อ  
ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาฟิสิกส์ เกี่ยวกับคุณภาพชุดสาคิต  
ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป จำนวน 5 ข้อ
  2. ลักษณะการใช้งาน จำนวน 6 ข้อ
  3. การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม จำนวน 4 ข้อ
  4. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน จำนวน 5 ข้อ
- ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์

**ตอนที่ 1** วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์ เกี่ยวกับคุณภาพ ชุดสาคิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

**ตอนที่ 2** ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์

กรุณาเขียนเครื่องหมาย  ลงในกรอบ  หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงและเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. ชื่อ.....นามสกุล.....
2. ระดับการศึกษา  
 ปริญญาตรี  
 ปริญญาโท  
 ปริญญาเอก  
 อื่นๆ (โปรดระบุ).....
3. ประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านวิชาฟิสิกส์ จำนวน .....ปี
4. ตำแหน่งปัจจุบัน  
ตำแหน่ง.....  
สังกัด.....

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาชีพเกี่ยวกับคุณภาพชุดสาริตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. แบบประเมินในตอนี่ 3 มีทั้งหมด 20 ข้อ
2. โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับชุดสาริตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
3. ค่าระดับคะแนนกำหนดไว้ดังนี้

ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก หมายถึง	5
ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หมายถึง	4
ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง หมายถึง	3
ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ หมายถึง	2
ผลการประเมินอยู่ในระดับปรับปรุง หมายถึง	1

**แบบประเมินคุณภาพชุดสาริตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม  
กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป</b>					
1.1 มีความแข็งแรงทนทาน					
1.2 การออกแบบชิ้นส่วนสามารถประกอบได้ง่าย					
1.3 การออกแบบดึงดูดและสร้างความสนใจ					
1.4 มีรูปทรงและขนาดมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน					
1.5 อุปกรณ์แต่ละชิ้นแสดงผลได้ชัดเจน					
<b>2. ลักษณะการใช้งาน</b>					
2.1 การเตรียมติดตั้งอุปกรณ์และการทดลองทำได้สะดวก					
2.2 มีความคล่องตัวในการใช้และการปฏิบัติการทดลอง					
2.3 สามารถทำการศึกษาได้หลายตัวแปร					
2.4 มีประสิทธิภาพในการทดลองและผลการทดลองถูกต้อง					
2.5 ใช้สะดวกและปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง					
<b>3. การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม</b>					
3.1 การบำรุงรักษาทำได้ง่าย สะดวกในการใช้และเก็บรักษา					
3.2 การจัดหาอุปกรณ์เพื่อการซ่อมแซมทำได้สะดวก					
3.3 วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาเป็นชุดทดลองสามารถจัดหาได้ง่าย					
3.4 การซ่อมแซมไม่ทำให้อุปกรณ์อื่นๆ เสียหาย					
<b>4. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน</b>					
4.1 พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
4.2 ใช้เวลาในการทดลองน้อยและผลการทดลองถูกต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
4.3 ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติหรือมีส่วนร่วม					
4.4 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้					

**ตอนที่ 4** ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)  
...../...../.....

**แบบประเมินแบบทดสอบ**  
**เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย**  
**สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....  
 สถานที่ทำงาน.....

**คำชี้แจง**

ให้ท่านพิจารณาว่าแบบทดสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ข้อ  
 คำถาม กับพฤติกรรมด้านต่างๆ ที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง  
 ใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่าน จากระดับคะแนนดังต่อไปนี้

- + 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบวัดจุดประสงค์และพฤติกรรมนั้น
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดจุดประสงค์และพฤติกรรมนั้น
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่วัดจุดประสงค์และพฤติกรรมนั้น

ข้อสอบข้อที่	จุดประสงค์ข้อที่ / พฤติกรรมที่วัด	คะแนน			ขอเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1	ความรู้ – ความจำ				
2	ความรู้ – ความจำ				
3	ความรู้ – ความจำ				
4	ความรู้ – ความจำ				
5	ความรู้ – ความจำ				
6	ความรู้ – ความจำ				
7	ความรู้ – ความจำ				
8	ความรู้ – ความจำ				
9	ความรู้ – ความจำ				
10	ความรู้ – ความจำ				
11	ความเข้าใจ				
12	ความเข้าใจ				
13	ความเข้าใจ				
14	ความเข้าใจ				
15	ความเข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่	จุดประสงค์ข้อที่ / พฤติกรรมที่วัด	คะแนน			ขอเสนอแนะ
		+1	0	-1	
16	ความเข้าใจ				
17	ความเข้าใจ				
18	ความเข้าใจ				
19	ความเข้าใจ				
20	ความเข้าใจ				
21	การนำไปใช้				
22	การนำไปใช้				
23	การนำไปใช้				
24	การนำไปใช้				
25	การนำไปใช้				
26	การนำไปใช้				
27	การนำไปใช้				
28	การนำไปใช้				
29	การนำไปใช้				
30	การนำไปใช้				
31	ทักษะการคำนวณ				
32	ทักษะการคำนวณ				
33	ทักษะการคำนวณ				
34	ทักษะการคำนวณ				
35	ทักษะการคำนวณ				
36	ทักษะการคำนวณ				
37	ทักษะการคำนวณ				
38	ทักษะการคำนวณ				
39	ทักษะการคำนวณ				
40	ทักษะการคำนวณ				







ที่ ศธ ๐๔๒๔๒.๙๒/ว๐๗๒

โรงเรียนตะโหมด  
๕๗๘ หมู่ ๑ ตำบลแม่ขรี  
อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง  
๙๓๑๖๐

๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบขออนุญาตตรวจสอบเครื่องมือชุดสาธิตฯ

เรียน ดร.ภทริณี ไหวท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.เค้าโครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ  
๒.แบบตอบรับ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยโรงเรียนตะโหมด ได้จัดทำโครงการวิจัย เรื่อง “การศึกษาและพัฒนา ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม กัการเคลื่อนที่แบบ SHM” เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบ SHM และปริมาณที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังสิ่งที่ส่งมาด้วย (๑)

ในการนี้ โรงเรียนตะโหมด พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการวิจัยและการสร้างชุดทดลองทางฟิสิกส์ จึงขอบขออนุญาตให้เชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ ชุดสาธิตดังกล่าว จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้อำนวยการโรงเรียนตะโหมด

โรงเรียนตะโหมด

โทรสาร ๐ ๗๔๖๙ ๕๓๙๒

โทรศัพท์ ๐ ๗๔๖๙ ๕๓๙๒



ที่ ศธ ๐๔๒๔๒.๙๒/ว๐๗๒

โรงเรียนตะโหมด  
๕๗๘ หมู่ ๑ ตำบลแม่ขรี  
อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง  
๙๓๑๖๐

๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบขออนุญาตตรวจสอบเครื่องมือชุดสาธิตฯ

เรียน นางสาวนงลักษณ์ จันทร์พิชัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.เค้าโครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ  
๒. แบบตอบรับ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยโรงเรียนตะโหมด ได้จัดทำโครงการวิจัย เรื่อง “การศึกษาและพัฒนา ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม กักับการเคลื่อนที่แบบ SHM” เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบ SHM และปริมาณที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังสิ่งที่ส่งมาด้วย (๑)

ในการนี้ โรงเรียนตะโหมด พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการวิจัยและการสร้างชุดทดลองทางฟิสิกส์ จึงขอบขออนุญาตให้เชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ ชุดสาธิตดังกล่าว จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้อำนวยการโรงเรียนตะโหมด

โรงเรียนตะโหมด

โทรสาร ๐ ๗๔๖๙ ๕๓๙๒

โทรศัพท์ ๐ ๗๔๖๙ ๕๓๙๒



ที่ ศธ ๐๔๒๔๒.๙๒/ว๐๗๒

โรงเรียนตะโหมด  
๕๗๘ หมู่ ๑ ตำบลแม่ขรี  
อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง  
๙๓๑๖๐

๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือชุดสาธิตฯ

เรียน นางมัลลิกา หล้าพันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.เค้าโครงการวิจัยฯ จำนวน ๑ ฉบับ  
๒. แบบตอบรับ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยโรงเรียนตะโหมด ได้จัดทำโครงการวิจัย เรื่อง “การศึกษาและพัฒนา ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม กักับการเคลื่อนที่แบบ SHM” เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบ SHM และปริมาณที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังสิ่งที่ส่งมาด้วย (๑)

ในการนี้ โรงเรียนตะโหมด พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการวิจัยและการสร้างชุดทดลองทางฟิสิกส์ จึงขอความอนุเคราะห์เชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ ชุดสาธิตดังกล่าว จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้อำนวยการโรงเรียนตะโหมด

โรงเรียนตะโหมด

โทรสาร ๐ ๗๔๖๙ ๕๓๙๒

โทรศัพท์ ๐ ๗๔๖๙ ๕๓๙๒

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล

นายปิยพงศ์ หนูดำ

วันเดือนปีเกิด

3 กันยายน 2527

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

160 หมู่ 3 ตำบลแพรกหา อำเภอควนขนุน

จังหวัดพัทลุง 93110

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน

ครู วิทยฐานะชำนาญการ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

โรงเรียนตะโหมด

ประวัติการศึกษา

พ .ศ. 2550

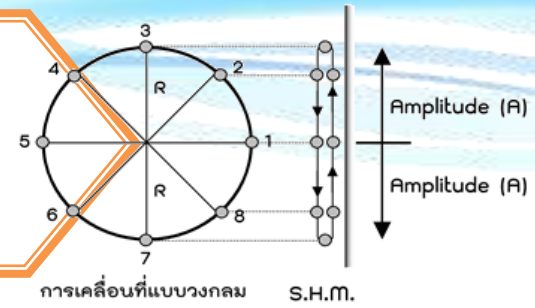
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) วิชาเอกฟิสิกส์

พ.ศ. 2555

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกฟิสิกส์ศึกษา



# การศึกษาผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปัทมาภรณ์ พันธ์คำ  
ร.น. ฝึกหัดศึกษา

รหัสนี้วิจัย 19505

## ที่มาของแนวคิดในการประดิษฐ์ สื่อการจัดการเรียนสอน

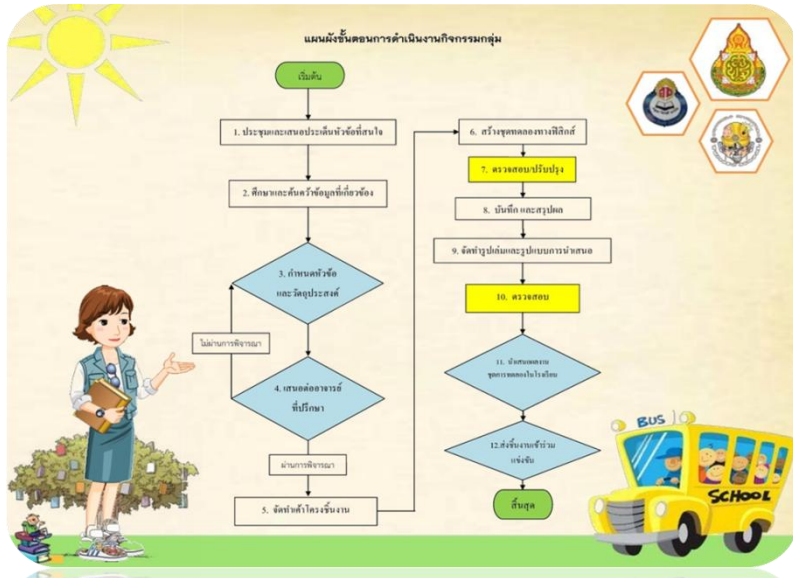
วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากแก่การทำความเข้าใจในเนื้อหาสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นคือ การทำการทดลองให้เห็นจริงเพื่อตรวจสอบหลักการและการเชื่อมโยงมาเป็นความรู้ที่ติดตัว ซึ่งในเรื่องการเคลื่อนที่ในแบบต่างๆ เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ต้องใช้จินตนาการในการมองสร้างภาพความสัมพันธ์สู่การทำความเข้าใจ ทางกลุ่มจึงคิดที่จะสร้างชุดการทดลองอย่างง่ายเพื่อเป็นสื่อการเรียนทำความเข้าใจและสามารถใช้วัสดุที่มีหาได้ง่ายเป็นวัสดุเหลือใช้รอบตัวมาสร้างสิ่งประดิษฐ์เป็น ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบ SHM. ขึ้นใช้สนับสนุนเสริมสร้างความเข้าใจเรื่อง การเคลื่อนที่

## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการดำเนินการ 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ออกแบบและสร้าง ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ( Simple Harmonic Motion)

## ตอนที่ 2 พัฒนาชุดสาธิต

1. วัดประสิทธิภาพของชุดสาธิตที่สร้างขึ้น โดยวิธีการสอบเทียบรอบการเคลื่อนที่ รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการกระจัดเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
2. นำชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมาทดลองวัดค่าพื้นฐานของการเคลื่อนที่ในการควบคุมการหมุนและก้านสูบที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
3. ประเมินผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบ



## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)
2. ทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิตเชิงทฤษฎี
3. ประเมินผลการใช้ชุดสาธิต

## สมมติฐานของการวิจัย

ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ( Simple Harmonic Motion) ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบได้ผ่านการประเมินการใช้ในการจัดการเรียนรู้

Pyramid Chart Data:

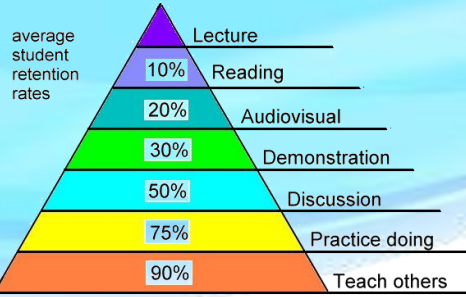
บรรยาย	5%
อ่าน	10%
โสตทัศน/การฟัง	20%
สาธิต	30%
อภิปรายในกลุ่ม	50%
ศึกษาปฏิบัติ	75%
สอน / ไขปัญหาประจำ	90%

Physics Diagrams:  $Fg = ma$ ,  $a = g$ ,  $F_{แรงเสียดทาน}$

Starburst Graphic:  $AP$ ,  $CD$ ,  $AP$ ,  $CD$ ,  $AP$ ,  $CD$

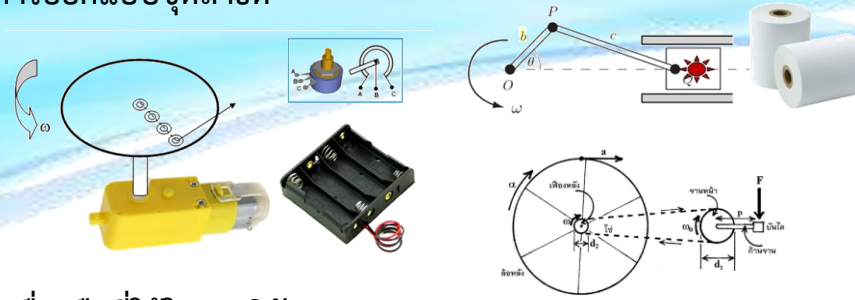
Designed by Engtree

### Learning Pyramid



Source: National Training Laboratories, Bethel, Maine

### การออกแบบชุดสาธิต



### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผ่านกระบวนการพัฒนา ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)
- 2) แบบประเมินผลการสอนบรรยายแบบ สาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ( Simple Harmonic Motion)

สัญลักษณ์ในการคำนวณ การเคลื่อนที่แบบวงกลม

- แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force,  $F_c$ ) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลม มีทิศทางเดียวกับทิศของความเร็ว

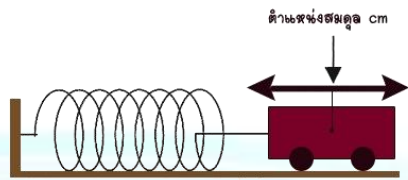
$$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{R}$$

เมื่อ  $m$  = มวลวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม (kg)

### ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ซึ่งได้ประเมินคุณภาพการใช้ชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ปรากฏผลดังนี้

ด้านที่ประเมิน	ผลการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	สรุปผล
	1	2	3			
1.ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	4.60	4.00	4.80	4.47	0.42	ดี
2.ลักษณะการใช้งาน	4.40	4.40	4.80	4.53	0.19	ดีมาก
3.การบำรุงรักษา และการซ่อมแซม	4.75	3.75	5.00	4.50	0.66	ดี
4.ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน	4.75	4.25	4.75	4.58	0.29	ดีมาก
	4.63	4.10	4.84	4.52	0.39	ดีมาก



การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพื่อประสิทธิภาพของชุดสาธิตตามเกณฑ์ 80/80 โดยอาศัยคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายการทดลองและผลการทดลองทางการเรียนใช้การเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ย ปรากฏผลดังนี้

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ประสิทธิภาพของชุดทดลอง	ร้อยละ
1.แบบฝึกหัดท้ายการทดลอง	20	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบแบบฝึกหัดท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	80.33 ( $E_1$ )
2.ผลการทดสอบทางการเรียน	30	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทางการเรียนได้ถูกต้อง	81.11 ( $E_2$ )

ตารางแสดงผลความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ยระดับ	แปลค่า
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด		
1.การเรียนด้วยชุดสาธิตในลักษณะนี้ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเพียงใด	12	9	9	0	0	4.10	ระดับดี
2.ชุดสาธิตมีขนาดและลักษณะเหมาะสมกับเรื่องการทดลองเพียงไร	12	11	7	0	0	4.17	ระดับดี
3.ค่าที่วัดจากชุดสาธิต มีความสอดคล้อง ถูกต้องกับทฤษฎีเพียงใด	13	10	7	0	0	4.20	ระดับดี
4.การเรียนด้วยชุดสาธิต ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	17	12	1	0	0	4.53	ระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม						4.25	ระดับดี
ร้อยละ							85.00

### สรุปผลการวิจัย

1. ชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบได้ ผ่านการประเมินคุณภาพ ชุดสาธิต โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการประเมินคุณภาพ 4 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก
2. การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของ ชุดสาธิต พบว่าชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80.33/81.11 ตามเกณฑ์ที่กำหนด
3. ผลการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตนักเรียนมีระดับความพึงพอใจของการใช้ชุดสาธิตคิดเป็นร้อยละ 85

