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) ทั้งนี้วิทยาศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญมากในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่มีระบบและจัดไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นความรู้ของธรรมชาติกับส่วนที่เป็นวิธีเฉพาะที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้นมาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1-2)

การเรียนวิทยาศาสตร์มี หลายศาสตร์ความรู้ที่ มีเนื้อหาที่แตกต่างกัน โดยวิชาฟิสิกส์ถือเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ที่สามารถนำหลักการและแนวคิดไปประยุกต์ใช้เป็นพื้นฐานในศาสตร์หลายแขนง ทำให้ฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาที่ต้องเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างดีอีกทั้ง ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ โดยนักฟิสิกส์สังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและพยายามหารูปแบบและหลักการที่เชื่อมโยงปรากฏการณ์ต่างๆ เราเรียกรูปแบบเหล่านี้ว่าทฤษฎีฟิสิกส์หรือกฎ หรือหลักการฟิสิกส์เมื่อเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวาง การพัฒนาทฤษฎีฟิสิกส์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ นักฟิสิกส์ต้องเรียนรู้ที่จะถามคำถามที่เหมาะสม และออกแบบการทดลองเพื่อพยายามหาคำตอบนั้น และหาข้อสรุปที่เหมาะสมจากการทดลอง(ยัง, ฮิวด์ ดี. และฟรีดแมน, โรเจอร์ เอ. 2547 : 1-2) เราสามารถแบ่งการศึกษาในทางฟิสิกส์ออกเป็น 5 เรื่อง คือ 1) กลศาสตร์เดิม ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีอัตราเร็วต่ำเมื่อเทียบกับอัตราเร็วของแสง 2) กลศาสตร์สัมพันธภาพ เป็นทฤษฎีที่พรรณนาถึงอนุภาคต่างๆ ที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วใดๆ ถ้าเป็นอัตราเร็วใกล้กับอัตราเร็วของแสงก็ยังใช้ได้ 3) อุณหพลศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับความร้อน อุณหภูมิ และพฤติกรรมของอนุภาคจำนวนมากๆ 4) แม่เหล็กไฟฟ้า กล่าวถึงทฤษฎีไฟฟ้าแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า และ 5) กลศาสตร์ควอนตัม ว่าด้วยพลังงานการเคลื่อนไหวของอนุภาคที่ขนาดระดับอะตอม (ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์ และธนกาญจน์ ภัทรากาญจน์. 2548 : 1)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดทดลองในวิชาฟิสิกส์ซึ่งชุดทดลองจะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากขึ้น จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎีต่างๆ มากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นเนื้อหาสาระพื้นฐานที่ผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular Motion) และ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion) โดยทำการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกนำเอาการควบคุมการหมุนของการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยมอเตอร์กระแสตรง ประกอบจานหมุนที่เจาะแนวรัศมีต่างไว้ และใช้ก้านสูบต่อกับดินสอให้เกิดภาพบนกระดาษซึ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย เพื่อแล้วหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงของการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบ โดยพิจารณาจากปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ รัศมี คาบ ความถี่ แอมพลิจูด อัตราเร็วเชิงมุม การกระจัด ความยาวคลื่น เป็นสื่อแสดงความสัมพันธ์สร้างความรู้ความเข้าใจในการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ให้เป็นพื้นฐานกับผู้เรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
2. ทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบฮาร์โมนิกอย่างง่ายเชิงทฤษฎี
3. ประเมินผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

สมมติฐานของการวิจัย

ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถแสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบได้ ผ่านการประเมินการใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการดำเนินการ 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ตอนที่ 2 พัฒนาชุดสาธิต

1. วัดประสิทธิภาพของชุดสาธิตที่สร้างขึ้น โดยวิธีการสอบเทียบรอบการเคลื่อนที่ รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการกระจัดการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

2. นำชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมาทดลองวัดค่าพื้นฐานของการเคลื่อนที่ในการควบคุมการหมุนและก้านสูบที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

3. ประเมินผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนตะโหมด ตำบลแม่ขรี อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 202 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ของโรงเรียนตะโหมด ตำบลแม่ขรี อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ขอบเขตตัวแปร

ตัวแปรอิสระ

- การเรียนโดยใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ตัวแปรตาม

- ประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายตามเกณฑ์ 80/80
- ความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายอยู่ในระดับดีมาก

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้การศึกษาผลการใช้ ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินคุณภาพของชุดสาธิต และนำชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ที่พัฒนาขึ้นไปหาประสิทธิภาพทางการศึกษาตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

นิยามศัพท์เฉพาะ

ชุดสาธิตความสัมพันธ์การเคลื่อนที่แบบวงกลม กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย หมายถึง ชุดทดลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพร้อมคู่มือการใช้ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์การเคลื่อนที่ในปริมาณที่สนใจ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่าง การเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ

การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้น และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.ได้ชุดสาธิตความสัมพันธ์การเคลื่อนที่แบบวงกลม กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่า ย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนได้จริง

2.ได้สื่อการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ ที่สามารถเป็นสื่ออธิบายความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ สนใจศึกษาและเข้าใจการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบมากยิ่งขึ้น

3.นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจ ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายโดยใชชุดสาธิต

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 เพื่อสร้างการศึกษาให้มีคุณภาพสา หรับทุกคนในสังคมไทย โดยเฉพาะหมวด 4 แนวการจัดการศึกษาและหมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องถือว่าผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด และต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมให้ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมและสื่อการเรียนให้เกิดความเรียนรู้ขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มาตรา 67 รัฐต้องส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้เกิดการใช้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ของคนไทย

สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และจัดกระบวนการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแสดงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำว่า “Inquiry” ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้นั้น นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่างๆ กันไปเช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา การสืบเสาะ และการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ใช้คำว่า “การสืบเสาะหาความรู้ ” ส่วนในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้นั้น การวิจัยครั้งนี้ใช้คำ ว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) ซึ่ง Budnitz (2003) ได้กล่าววาการสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ให้คำจำกัดความ

กรมวิชาการ (2544) อธิบายว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกตการตั้งคำถาม การวางแผนการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่างๆ ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิดได้มีส่วนร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างอธิบายเกี่ยวข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถาม และในที่สุดนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้ กิจกรรมต่างๆ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกัน และกันการสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือให้นักเรียนเผชิญปัญหา นิยามศัพท์ให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สำรวจข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหา (Suchman 1962 อ้างถึง พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์ 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 และวิธีการตั้งคำถามเพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่างๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง (Educational Broadcasting Corporation 2004; อำนาจ เจริญศิลป์ 2537, 17)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคั ญให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแกปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวาง แผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลาหไพบูลย์ 2542,123; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2544, 48; กระทรวงศึกษาธิการ 2545, 37) นอกจากนี้ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2545, 135-138) ยังได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจว่ากิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหานักเรียน เป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่ และพร้อมท้าทายความคิด โดยวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่า การรับรู้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในแนวทางต่างๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีครูเป็นผู้กำกับ ควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2543 การบูรณาการ หลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ)

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

อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด และเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ หมายถึง เป็นวิธีการที่ผู้สอน ใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการคิดสืบเสาะหาความรู้ และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆ กันแนวคิดพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีของ Jean Piagat ที่กล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ไว้ว่า ความคิดของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ

1. กระบวนการดูดซึม (Assimulation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิด อันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2. กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏวาประสบการณ์ใหม่ 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 กระบวนการแกปัญหาโดยตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหรือตัวแปร

3. กระบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (verification process) โดยการทดสอบซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูล แล้วประเมินผล สรุป

4. กระบวนการสร้างสรรค์ (creative process) คือ กระบวนการการนำความรู้ขั้นพื้นฐานที่ได้มาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปต่างๆ หลายวิธีและแนวทางใหม่ อันเป็นการนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ขั้นต่อไป

นอกจากนี้ วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521, 58-60) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานขอ ง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การเรียนรู้ต้องมีสถานการณ์เพื่อเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้และความคิด ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีกระบวนการเรียนรู้และการคิดอย่างมีขั้นตอน โดยเริ่มจากสิ่งที่ง่ายไปหาสิ่งที่ยากและซับซ้อนขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งความรู้ความคิดและการกระทำเป็นผลที่ได้ของนักเรียน โดยทั้ง 3 ส่วนนี้ประสานสัมพันธ์กันเป็นระบบการเรียนรู้ และต้องเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเป็นผู้ทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสปรับปรุงและพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้จากการสังเกตและเปรียบเทียบเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ นั่นคือ มีความอยากรู้อยากเห็นในการแสวงหาความรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป นอกจากนี้ จะต้องมีการสร้างมโนมติ ซึ่งเป็นขั้นในการสร้างความพร้อมในการเรียน 3 ด้าน คือ ความ

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

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้นๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นยั่ วยุให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่บีบบังคับกับนักเรียนและครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้ผู้เรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการจัดการเรียนรู้ของครู จะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดมากที่สุด

จากแนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่า แนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้นั้น มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของ Jean piagat ที่เชื่อว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ กระตุ้นเพื่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดมาจากสิ่งเดิมที่มีอยู่ และกระบวนการขยายโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ เน้นความรู้ที่มาจากการแสวงหาเพื่อนำไปสู่การค้นพบ นำข้อค้นพบที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี หรือมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนและครูที่จะต้องใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน

สื่อการสอน

ความหมายของสื่อการสอน

นักวิชาการในวงการเทคโนโลยีทางการศึกษา โสตทัศนศึกษา และวงการการศึกษา ได้ให้คำจำกัดความของ “สื่อการสอน” ไว้อย่างหลากหลาย เช่น

ชอร์ส กล่าวว่า เครื่องมือที่ช่วยสื่อความหมายจัดขึ้นโดยครูและนักเรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เครื่องมือการสอนทุกชนิดจัดเป็นสื่อการสอน เช่น หนังสือในห้องสมุด โสตทัศนวัสดุต่างๆ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ สไลด์ ฟิล์มสตริป รูปภาพ แผนที่ ของจริง และทรัพยากรจากแหล่งชุมชน

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

เปรื่อง กุมุท กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึงสิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของครูถึงผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ได้เป็นอย่างดี

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ให้ความหมาย สื่อการสอนว่า วัสดุอุปกรณ์และวิธีการประกอบการสอนเพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อความหมายที่ผู้สอนประสงค์จะส่ง หรือถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ยังมีคำอื่นๆ ที่มีความหมายใกล้เคียงกับสื่อการสอน เป็นต้นว่า

สื่อการเรียน หมายถึง เครื่องมือ ตลอดจนเทคนิคต่างๆ ที่จะมาสนับสนุนการเรียนการสอน เร้าความสนใจผู้เรียนรู้ให้เกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจดีขึ้น อย่างรวดเร็ว

สื่อการศึกษา คือ ระบบการนำวัสดุ และวิธีการมาเป็นตัวกลางในการให้การศึกษาความรู้แก่ผู้เรียนโดยทั่วไป

โสตทัศนูปกรณ์ หมายถึง วัสดุทั้งหลายที่นำมาใช้ในห้องเรียน หรือนำมาประกอบการสอนใดๆ ก็ตาม เพื่อช่วยให้การเขียน การพูด การอภิปรายนั้นเข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น

ความสำคัญของสื่อการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ กล่าวว่า ปัญหาอย่างหนึ่งในการสอนก็คือ แนวทางการตัดสินใจจัด ดำเนินการให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขึ้นตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งการสอนโดยทั่วไป ครูมักมีบทบาทในการจัดประสบการณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเนื้อหาสาระ หรือทักษะและมีบทบาทในการจัดประสบการณ์เพื่อการเรียนการสอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียนแต่ละคนด้วยว่า ผู้เรียนมีความต้องการอย่างไร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ การจัดสภาพแวดล้อมที่ดีเพื่อการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญมาก ทั้งนี้เพื่อสร้างบรรยากาศและแรงจูงใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้และเพื่อเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของผู้เรียนได้ตามจุดมุ่งหมาย สภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ทั้งมวลที่จัดขึ้นมาเพื่อการเรียนการสอนนั้น ก็คือ การเรียนการสอนนั่นเอง

เอ็ดการ์ เดล ได้กล่าวสรุปถึงความสำคัญของสื่อการสอน ดังนี้

1. สื่อการสอน ช่วยสร้างรากฐานที่เป็นรูปธรรมขึ้นในความคิดของผู้เรียน การฟังเพียงอย่างเดียวนั้น ผู้เรียนจะต้องใช้จินตนาการเข้าช่วยด้วย เพื่อให้สิ่งที่เป็นนามธรรมเกิดเป็นรูปธรรมขึ้นในความคิด แต่สำหรับสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้เรียนย่อมไม่มีความสามารถจะทำได้ การใช้อุปกรณ์เข้าช่วยจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสร้างรูปธรรมขึ้นในใจได้

2. สื่อการสอน ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียน เพราะผู้เรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสได้ด้วย ตา หู และการเคลื่อนไหวจับต้องได้แทนการฟังหรือดูเพียงอย่างเดียว

3. เป็นรากฐานในการพัฒนาการเรียนรู้และช่วยความทรงจำอย่างถาวร ผู้เรียนจะสามารถนำประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่ๆ ได้ เมื่อมีพื้นฐานประสบการณ์เดิมที่ดีอยู่แล้ว

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการทางความคิด ซึ่งต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันทำให้เห็นความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ เช่น เวลา สถานที่ วัฏจักรของสิ่งมีชีวิต

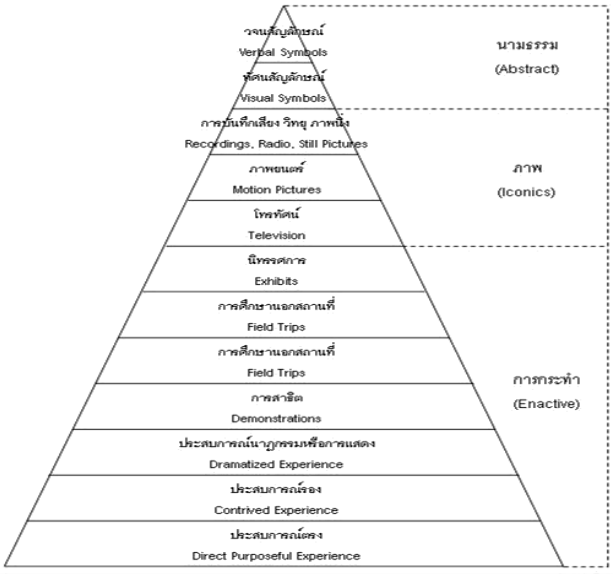
5. ช่วยเพิ่มทักษะในการอ่านและเสริมสร้างความเข้าใจในความหมายของคำใหม่ๆ ให้มากขึ้น ผู้เรียนที่อ่านหนังสือช้าก็จะสามารถอ่านได้ทันพวกที่อ่านเร็วได้ เพราะได้ยินเสียงและได้เห็นภาพประกอบกัน

เปรื่อง กุมุท ให้ความสำคัญของสื่อการสอน ดังนี้

1. ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น เพราะมีความจริงจังและมีความหมายชัดเจนต่อผู้เรียน
2. ช่วยให้นักเรียนรู้ได้ในปริมาณมากขึ้นในเวลาที่กำหนดไว้จำนวนหนึ่ง
3. ช่วยให้ผู้เรียนสนใจและมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการเรียนการสอน
4. ช่วยให้ผู้เรียนจำ ประทับความรู้สึก และทำอะไรเป็นเร็วขึ้นและดีขึ้น
5. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในขบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
6. ช่วยให้สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนได้ลำบากโดยการช่วยแก้ปัญหา หรือข้อจำกัดต่างๆ ได้ ดังนี้
    - ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
    - ทำนามธรรมให้มีรูปธรรมขึ้น
    - ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง
    - ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้ย่อยขนาดลง
    - ทำสิ่งที่เล็กมากให้ขยายขนาดขึ้น
    - นำอดีตมาศึกษาได้
    - นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลี้ลับมาศึกษาได้
7. ช่วยให้นักเรียนเรียนสำเร็จง่ายขึ้นและสอบได้มากขึ้น

ประเภทของสื่อการสอน

เอ็ดการ์ เดล จำแนกประสบการณ์ทางการศึกษา เรียงลำดับจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม โดยยึดหลักว่า คนเราสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ดีและเร็วกว่าสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งเรียกว่า "กรวยแห่งประสบการณ์" (Cone of Experiences) ซึ่งมีทั้งหมด 10 ขั้น 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 และการทดลองเป็นต้น

2. วัสดุฉายและเครื่องฉาย ได้แก่ สไลด์ ฟิล์มสตริป 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) ที่ตีความจากความรู้สึกที่ได้จากสิ่งแวดล้อมรอบๆ 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 (kinesthesis) ทำให้ทราบการเคลื่อนไหวของอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกาย มนุษย์สามารถรับรู้ได้โดยอาศัยประสาทสัมผัสในกล้ามเนื้อ เอ็นข้อต่อกระดูก

สัมผัสการทรงตัว (vestibular sense) ทำให้รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัว โดยมนุษย์สามารถรับรู้การสัมผัสนี้ ด้วยอวัยวะสัมผัสในช่องหูด้านใน

เมื่ออวัยวะสัมผัสกระทบกับสิ่งเร้า (Stimulus) จากสิ่งแวดล้อม ก็จะส่งความรู้สึกไปยังสมอง ซึ่งสมองจะทำหน้าที่แปลสัมผัส (sensation) และส่งต่อไปยังระบบประสาท (nervous system) จากนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น กระบวนการไฟฟ้าและเคมี เพื่อให้สมองรับทั้งพฤติกรรม การรับรู้ หรือเกิดวิญญาณ ตัวอย่างเช่น เด็กเล็กๆ มองเห็นเปลวเทียนมีแสงสว่างไสว แสงเทียนที่เด็กเห็นจะเป็นสิ่งเร้า เด็กจะคลานเข้าไปหา และเอื้อมมือจับเปลวเทียน มือ (กายสัมผัส) ที่สัมผัสไฟ และตา (จักษุสัมผัส) ที่มองเห็นเปลวเทียน จะส่งความรู้สึกไปยังสมองและระบบประสาท ซึ่งจะทำให้เด็กนั้นสามารถรู้ได้ว่า เปลวไฟนั้นมีความร้อนและแสงสว่าง

การเรียนรู้ (learning) ที่เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการรับรู้ เมื่อประสาทสัมผัสกระทบกับสิ่งเร้า และเกิดการรับรู้ ถ้าการรับรู้หรือความรู้สึกนั้นผ่านไปโดยที่มิได้บันทึกความจำ การรับรู้นั้นจะถือว่ายังไม่ก่อให้เกิดประสบการณ์ แต่ถ้าหากสมองได้บันทึกการรับรู้นั้นไว้เป็นประสบการณ์ 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. แหล่งการเรียนหรือทรัพยากรการเรียน (Resources) มีแหล่งการเรียนหรือทรัพยากรอะไรบ้าง ที่จัดว่าจำเป็นต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

4. ผลที่ได้ (Outcomes) เราจะประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เพียงใด มีอะไรบ้างที่จำเป็นจะต้องปรับปรุงแก้ไข

เกอร์ลัชแห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐอาริโซนาและอีลีแห่งมหาวิทยาลัยซีราคิวส์สหรัฐอเมริกาได้ออกแบบระบบการสอนจนเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ระบบการสอนที่เขาทั้งสองออกแบบไว้นั้น 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 ยุทธศาสตร์การสอนที่เกอร์ลัชและอีลีชเสนอมี 2 ระบบ คือ

4.1 แบบที่ครูเตรียมเนื้อหาความรู้มาให้แก่ผู้เรียนเองทั้งหมด โดยครูใช้สื่อต่างๆ เพื่อการสอนหรือถ่ายทอดความรู้ ยุทธศาสตร์การสอนแบบนี้ได้แก่ การสอนแบบบรรยาย อภิปราย ซึ่งทั้งหมดนี้เรียกว่ายุทธศาสตร์แบบ Expository Approach

4.2 ยุทธศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้เตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อการเรียนและการจัดสถานการณ์เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมาย ยุทธศาสตร์การสอนแบบนี้เรียกว่า Inquiry หรือ Discovery Approach

5. การจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียน เป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อให้ได้เรียนรู้ร่วมกัน จุดมุ่งหมายของการสอนจะทำให้เราสามารถจัดกลุ่มผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นในการจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียนต้องพิจารณาจากจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและยุทธศาสตร์การสอน ซึ่งสามารถยืดหยุ่นได้ตามตัวแปรที่กล่าวมาแล้ว

6. กำหนดเวลาเรียน จากการกำหนดยุทธศาสตร์และวิธีการสอนกับผู้เรียนกลุ่มต่างๆ แล้วก็จะต้องกำหนดเวลาเรียน 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 ในห้องเรียนแบบนี้อาจจะมีคูหารายบุคคลไว้ให้ผู้เรียนใช้นั่งเรียน

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

8. การเลือกทรัพยากรหรือสื่อการเรียนการสอน ในขั้นนี้ครูจะเลือกสื่อต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนที่ใช้ยุทธศาสตร์การสอน ขนาดกลุ่มและสถานที่ในการสอนต่างๆ กันเพื่อให้การสอนบรรลุจุดมุ่งหมาย 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 ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความสะดวก ราบรื่น ไม่เสียเวลา

3. เตรียมพร้อมผู้เรียน เป็นการตัวผู้เรียน โดยมีการแนะนำหรือให้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมในการฟัง ดูหรืออ่านบทเรียนจากสื่อนั้นให้เข้าใจและสามารถจับประเด็นสำคัญของเนื้อหาได้ และผู้สอนควรบอกผู้เรียนล่วงหน้าว่าหลังจากมีการเรียนหรือใช้สื่อแล้วผู้เรียนจะต้องมีกิจกรรมอะไรบ้าง เช่น การทดสอบ การอภิปราย การแสดงหรือการปฏิบัติ เพื่อผู้เรียนจะได้เตรียมตัวได้ถูกต้อง

4. การใช้สื่อ ผู้สอนต้องใช้สื่อให้เหมาะสมกับขั้นตอนที่เตรียมไว้ เพื่อให้ดำเนินการสอนไปได้อย่างราบรื่น และต้องควบคุมการนำเสนอสื่อให้ถูกต้อง เช่น การปรับภาพบนจอรับภาพให้ชัดเจน การปรับเสียงให้พอเหมาะสำหรับนักเรียนในห้องและไม่รบกวนห้องเรียนอื่น เป็นต้น

5. การติดตามผล ควรมีการติดตามผลโดยการให้ผู้เรียนตอบคำถาม อภิปรายหรือเขียนรายงาน เพื่อเป็นการทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจบทเรียนและเรียนรู้จากสื่อที่เสนอไปนั้นถูกต้องหรือไม่ เพื่อผู้สอนจะได้สามารถทราบถึงจุดบกพร่องและเพื่อการแก้ไขปรับปรุงการสอนของตนต่อไป

ขั้นตอนการใช้สื่อการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่กำลังจะเรียน สื่อที่ใช้ในขั้นนี้จึงเป็นสื่อที่แสดงเนื้อหากว้างๆ หรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนในครั้งก่อน ยังมิใช่สื่อที่เน้นเนื้อหาเจาะลึกอย่างแท้จริง อาจเป็นสื่อที่เป็นแนวปัญหาหรือเพื่อผู้เรียนคิด และควรเป็นสื่อที่ง่ายต่อการนำเสนอในระยะเวลาอันสั้น

2. ขั้นดำเนินการสอนหรือประกอบกิจกรรมการเรียน เป็นขั้นสำคัญในการเรียน เพราะเป็นขั้นที่จะให้ความรู้เนื้อหาอย่างละเอียดเพื่อสนองวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ผู้สอนต้องเลือกสื่อให้ตรงกับเนื้อหาและวิธีการสอนหรืออาจจะใช้สื่อหลายแบบก็ได้ ต้องมีการจัดลำดับขั้นตอนการใช้สื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน การใช้สื่อในขั้นนี้จะต้องเป็นสื่อที่เสนอความรู้อย่างละเอียด ถูกต้องและชัดเจนแก่ผู้เรียน

3. ขั้นวิเคราะห์และฝึกปฏิบัติ เป็นการเพิ่มพูนประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองนำความรู้ด้านทฤษฎี หรือหลักการที่เรียนมาแล้วไปใช้แก้ปัญหาในขั้นฝึกหัด โดยการลงมือฝึกปฏิบัติเอง สื่อในขั้นนี้จึงเป็นสื่อที่เป็นประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนได้ขบคิด โดยผู้เรียนเป็นผู้ใช้สื่อเองมากที่สุด

4. ขั้นสรุปบทเรียน เป็นขั้นของการเรียนการสอน เพื่อการย้ำเนื้อหาบทเรียนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ด้วย ขั้นสรุปนี้ควรใช้เพียงระยะสั้นๆ เช่นเดียวกับขั้นนำเข้าสู่บทเรียน สื่อใช้สรุปนี้จึงควรครอบคลุมเนื้อหาสำคัญทั้งหมดโดยย่อและใช้เวลาน้อย

5. ขั้นประเมินผู้เรียน เป็นการทดสอบว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้หรือเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปถูกต้องมากน้อยเพียงได และบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่ สื่อในขั้นการประเมินนี้มักจะเป็นคำถามจากเนื้อหาบทเรียนโดยจะมีภาพประกอบด้วยก็ได้ หรืออาจนำสื่อที่ใช้ในขั้นกิจกรรมการเรียนมาถามอีกครั้ง และอาจเป็นการทดสอบโดยการปฏิบัติจากสื่อหรือการกระทำของผู้เรียน เพื่อทดสอบดูว่าผู้เรียนสามารถมีทักษะจากการฝึกปฏิบัติอย่างถูกต้องครบถ้วนหรือไม่

การประเมินการใช้สื่อการสอน

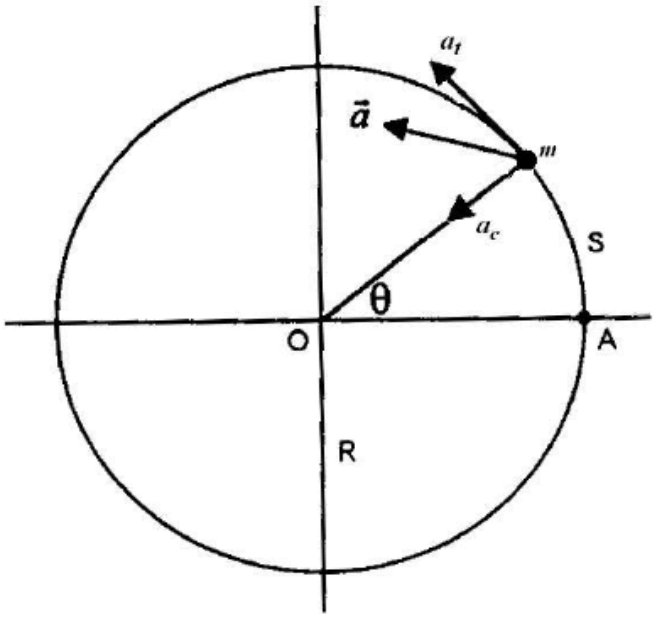
1.การประเมินการวางแผนการใช้สื่อ เพื่อดูว่าสิ่งต่างๆ ที่วางไว้สามารถดำเนินไปตามแผนหรือไม่ หรือเป็นไปเพียงตามหลักทฤษฎีแต่ไม่สามารถปฏิบัติจริงได้ จึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อแก้ไขปรับปรุงในการวางแผนในการวางแผนครั้งต่อไป

2. ประเมินกระบวนการการใช้สื่อ เพื่อดูว่าการใช้สื่อในแต่ละขั้นตอนประสบปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไรบ้าง มีสาเหตุมาจากอะไร และมีการเตรียมการป้องกันไว้หรือไม่

3. ประเมินผลที่ได้จากการใช้สื่อ เป็นผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยตรงว่า เมื่อเรียนแล้วผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่ และผลที่ได้นั้นเป็นไปตามเกณฑ์หรือต่ำกว่าเกณฑ์

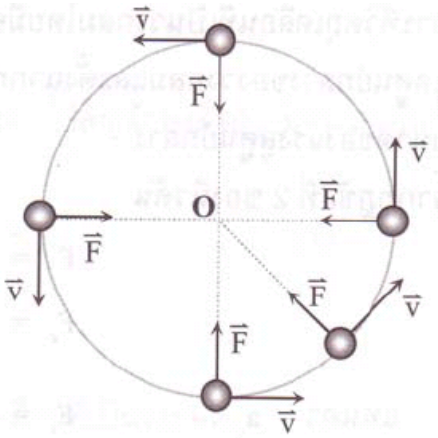
การเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular Motion)

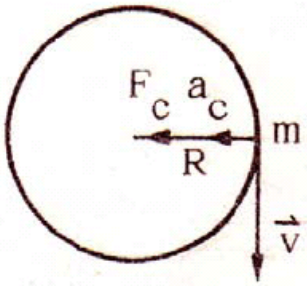
วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม บนระนาบใดๆ อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุจะคงที่หรือไม่ก็ได้ แต่ความเร็วของวัตถุไม่คงที่แน่นอน เนื่องจากว่ามีการเปลี่ยนทิศาทางของการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อวัตถุที่มีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่แสดงว่า วัตถุนี้ต้องมีองค์ประกอบของแรงมากระทำในทิศทางที่ตั้งฉากกับเส้นทางการเคลื่อนที่ด้วย และกรณีที่การเคลื่อนที่มีอัตราเร็วไม่คงที่แสดงว่าต้องมีองค์ประกอบของแรงในทิศทางที่ขนานกับแนวการเคลื่อนที่ด้วย พิจารณาดังรูป

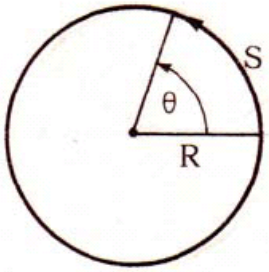


การเคลื่อนที่แบบวงกลมจัดเป็นหนึ่งในการเคลื่อนที่แบบ 2 มิติ ในการเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่จะทำการศึกษานั้น ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมจะมีค่าคงที่หรือเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกการเคลื่อนที่วงกลมแบบนี้ว่า การเคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ (Uniform Circular Motion)

การเคลื่อนที่เป็นวงกลม ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีแรงกระทำตั้งฉากกับเวกเตอร์ความเร็วเสมอตลอดการเคลื่อนที่ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนววงกลม แต่ยังคงมีความเร่งเกิดขึ้น ซึ่งความเร่งจะขึ้นกับการเปลี่ยนเวกเตอร์ความเร็ว ซึ่งเวกเตอร์ความเร็วจะมีทิศสัมผัสกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศตั้งฉากกับแนวรัศมีวงกลม เรียกความเร่งชนิดนี้ว่า ความเร่งแนวสัมผัสวงกลม (aT) เวกเตอร์ความเร่งในการเคลื่อนที่แบบวงกลมจะมีทิศตั้งฉากกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางวงกลมเสมอ เราเรียกความเร่งนี้ว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง (ac)







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 (ω) คือ มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รัศมีกวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (เรเดียน/วินาที) rad/s

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

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

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

แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force) Fc คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลม มิทิศเดียวกับทิศของความเร่ง

เมื่อ m = มวลวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม (kg)

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

หลักการคำนวณเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบต่าง ๆ

เขียนระนาบกลมขณะที่วัตถุกำลังหมุน

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วแตกแรงทั้งหมดให้อยู่ในแนวสู่ศูนย์กลางวงกลม และแนวตั้งฉากกับแนวสู่ศูนย์กลาง

ในแนวสู่ศูนย์กลาง หาแรงลัพธ์ที่มีทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง แรงนี้จะทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

ในแนวตั้งฉากกับระนาบวงกลมนี้ ถือว่าสมดุล $\therefore \sum F$ ในแนวนี้เท่ากับศูนย์

เมื่อระบบของวงกลมวางอยู่ในแนวระดับวัตถุผูกเชือก แกว่งเป็นวงกลมบนโต๊ะระดับผิวเกลี้ยง

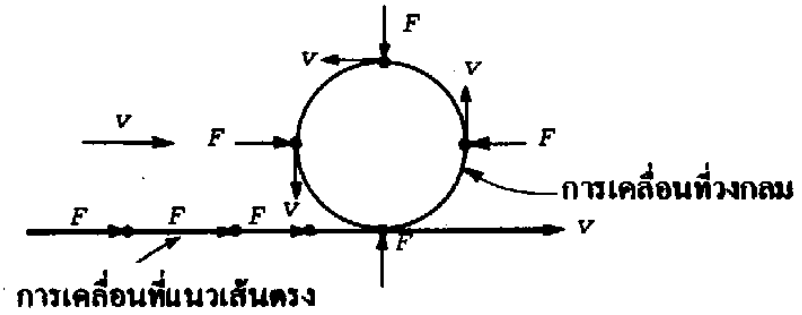
หาความเร็วเชิงมุมได้จาก $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

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

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

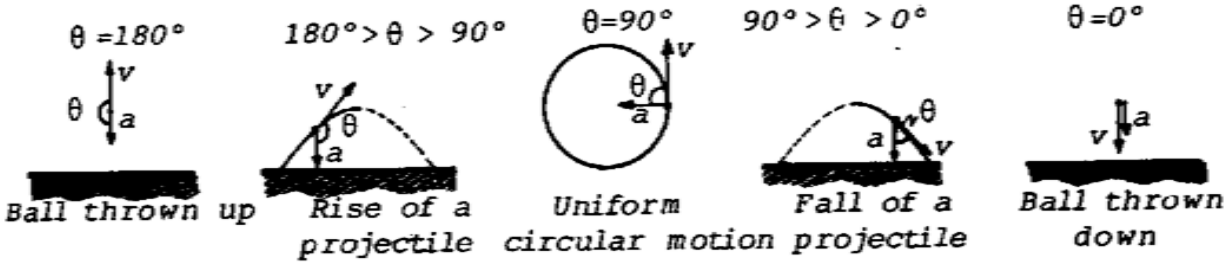
การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นวงกลม การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมคือ การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีแรงกระทำตั้งฉากกับความเร็วอยู่ตลอดเวลา ดังรูป



รูปแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นเส้นตรงและวงกลม

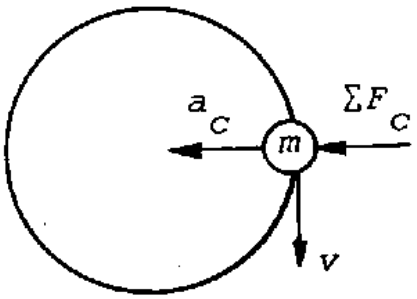
สรุปลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบต่างๆ ได้ดังนี้



รูปแสดงการเคลื่อนทีของวัตถุแบบต่างๆ

ถ้าแรง F ขนานกับความเร็วจะได้การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
ถ้าแรง F กับความเร็วทำมุม θ อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1800 จะได้การเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง
ถ้าแรง F กับความเร็งตั้งฉากกันจะได้การเคลื่อนที่เป็นวงกลม
จากรูป ทิศของแรงก็คือทิศของความเร่งของการเคลื่อนที่เป็นวงกลม เนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม มีแรงลัพธ์ในแนวตั้งฉากกับความเร็วอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความเร่งที่เกิดขึ้นจะต้องตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลาด้วยเราเรียกความเร่งนี้ว่า ความเร่งสู่ศูนย์กลาง ถ้าวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีแรงมากระทำกว่าหนึ่งแนวจะทำให้เกิดความเร่งขึ้นสองแนวด้วยกัน คือ แนวสู่ศูนย์กลางและแนวเส้นสัมผัสซึ่งแยกการพิจารณาได้ดังนี้

วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็งคงที่ ได้แก่การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลมที่มีแรงลัพธ์ตั้งฉากกับความเร็ว ส่วนใหญ่ได้แก่การเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวราบจะเกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางเพียงแนวเดียวเท่านั้น และในกรณีอัตราเร็วของวัตถุจะมีค่าคงที่ การหาแรงที่ทำให้วัตถุวิ่งเป็นวงกลม กำหนดให้วัตถุมวล m ถูกกระทำด้วยแรง ΣFc (ผลรวมของแรงสู้ศูนย์กลาง) ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่และมีรัศมีเท่ากับ r



จากกฎของนิวตัน $\Sigma F = ma$

แต่ $ac = \frac{v^2}{r}$

$\therefore \Sigma Fc = \frac{mv^2}{r}$

อัตราเร็วของการเคลื่อนที่เป็นวงกลม การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม เราสามารถกำหนดอัตราได้หลายลักษณะด้วยกันดังต่อไปนี้

1. อัตราเร็วเชิงเส้น (V) คือความยาวตามส่วนโค้งของวงกลมที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1วินาทีมีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

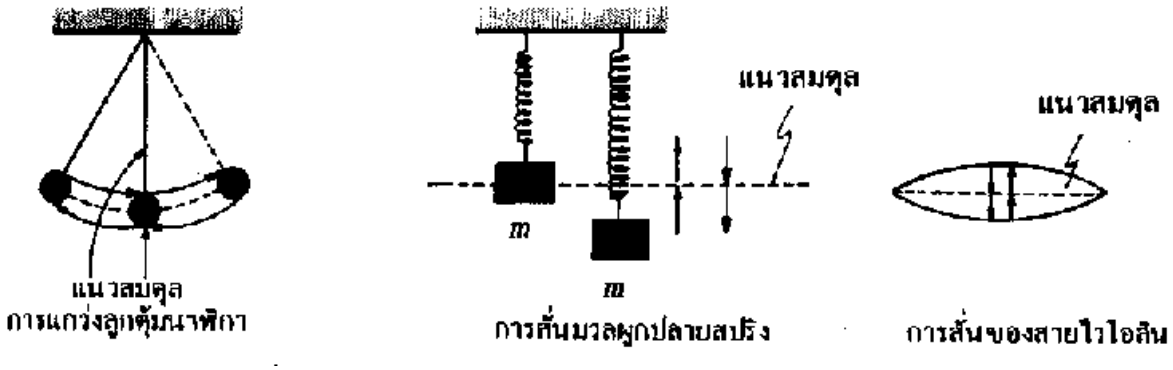
2. อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คือมุมที่จุดศูนย์กลางมีหน่วยเป็นเรเดียนที่รองรับความยาวส่วนโค้งของวงกลมที่เคลื่อนที่ในเวลา 1วินาที มีหน่วยเป็น เรเดียน /วินาที

3. อัตราเร็วเป็นรอบ (f)คือจำนวนรอบของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมในเวลา 1วินาทีมีหน่วยเป็น รอบ /วินาที

4. อัตราเร็วเป็นคาบ (T) คือเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็น วินาที

การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)

ลักษณะการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิค คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคแบบกลับไปกลับมาผ่านแนวสมดุลของระบบ ได้แก่ การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา การแกว่งของมวลผูกปลายสปริงและการสั่นของสายไวโอลิน เป็นต้น

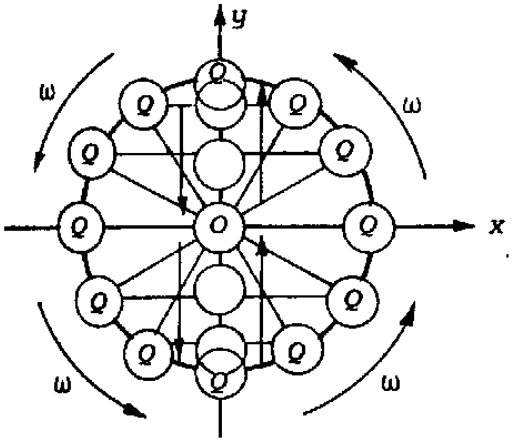


รูปแสดงลักษณะการสั่นของระบบต่าง ๆ

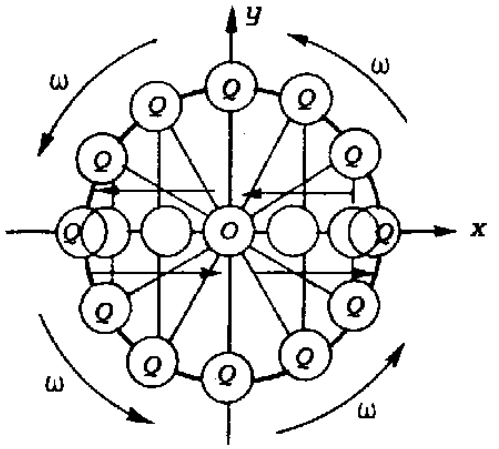
การเคลื่อนที่ของระบบต่างๆ ในรูปทำให้เราสรุปได้ว่า วัตถุจะเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิคได้เมื่อวัตถุนั้นเคลื่อนที่จากแนวสมดุลทำให้เดแรงย้อนกลับสะสมอยู่ เมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่ไปกลับมันจะเกิดการเคลื่อนที่ไปกลับรอบแนวสมดุลนั้น

พิจารณาการเคลื่อนที่ของเงาของอนุภาคที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่

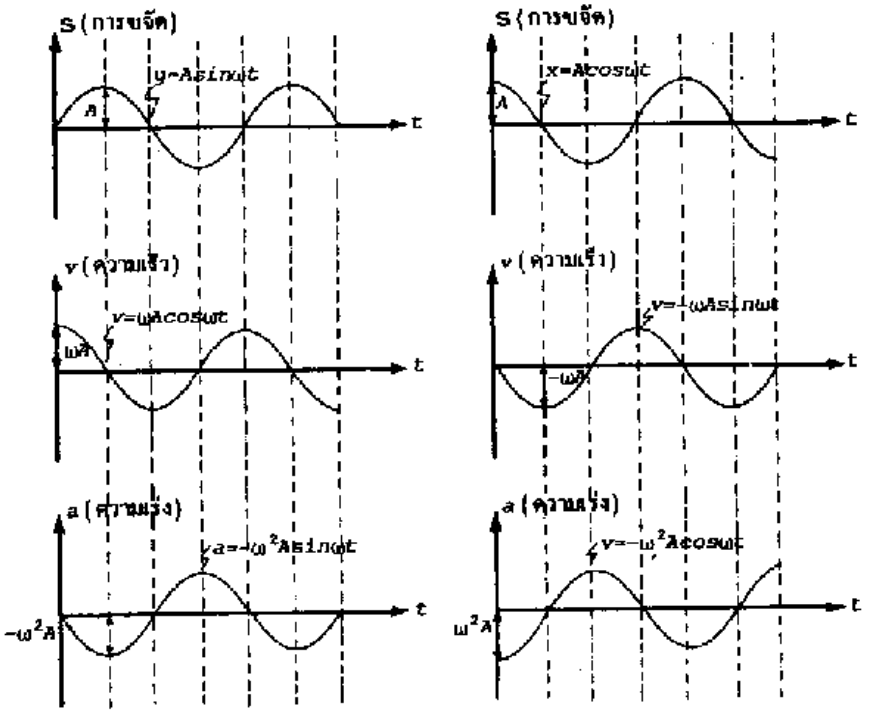
กำหนดให้อนุภาค Q เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยรัศมี A และอัตราเร็วเชิงมุม ω และเมื่อเวลา t = 0 อนุภาคเคลื่อนที่ผ่านแกน +X พอดี ขณะที่อนุภาค Q เคลื่อนที่เป็นวงกลม สมมติให้ QX และ QY เป็นเงาของ Q บนแกน X และแกน Y ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป t เส้นตรง OQ จะทำมุม ω t กับกน +X และเงา QX กับ QY จะมีการขจัดเทียบกับจุด 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. ถ้าอนุภาคเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงจะได้กราฟความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งการการพิจารณาลักษณะกราฟต่างๆ ให้ดูที่ slope หรือค่าของความเร็ว , ความเร่ง

2.ถ้าอนุภาคเคลื่อนที่แบบ SHMจะได้กราฟความสัมพันธ์เป็น sine หรือcosine curve ดังรูปแสดงการพิจารณาลักษณะกราฟให้ใช้วิธีการหาค่าอนุพันธ์

แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิคเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิคเป็นการเคลื่อนที่ชนิดมีความเร่ง แสดงว่าจะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุและการเคลื่อนที่จะต้องเป็นไปตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน การหาเงื่อนไขของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบ SHM

จาก $\sum F = ma$

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

$\therefore$ แทนค่า จะได้ $F = -m\omega^2 S$

จากสมการ $m\omega^2 =$ ค่าคงที่ $= k$

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

* นั่นคือ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบ SHM ได้ต่อเมื่อ

1. แรงลัพธ์เกิดกับวัตถุต้องมีทิศเข้าสู่แนวดุล
2. ขนาดของแรงลัพธ์แปรผันตามการขจัด $\sum F \alpha S$

คาบและความถี่ของการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิค

จาก $k = m\omega^2$

เราทราบว่าอัตราเร็วเชิงมุมของการเคลื่อนที่เป็นวงกลมสัมพันธ์กับคาบ ด้วยสมการ

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

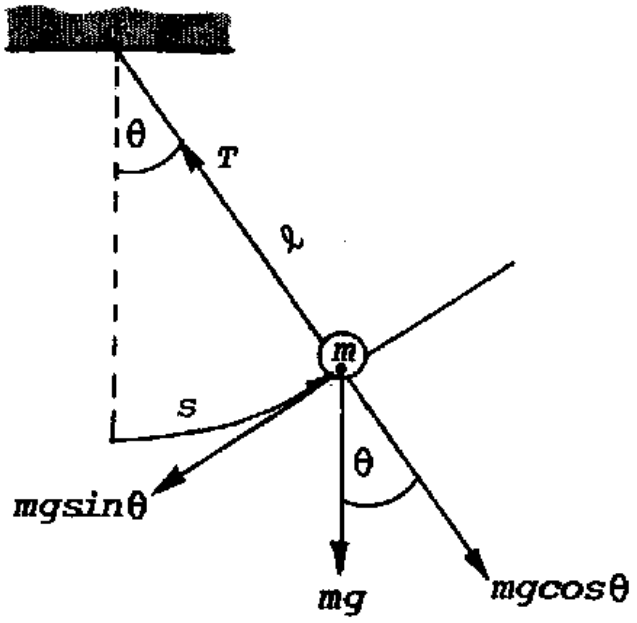
เนื่องจากเราสังเกตเห็นว่าการเคลื่อนที่ของเงาแบบ SHM มีคาบของการเคลื่อนที่ครบรอบเท่ากันคาบของการเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่เกิดเงานั้น ดังนั้น T จึงเป็นคาบของ SHM ด้วย

ดังนั้น $K = m(\frac{2\pi}{T})2$

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

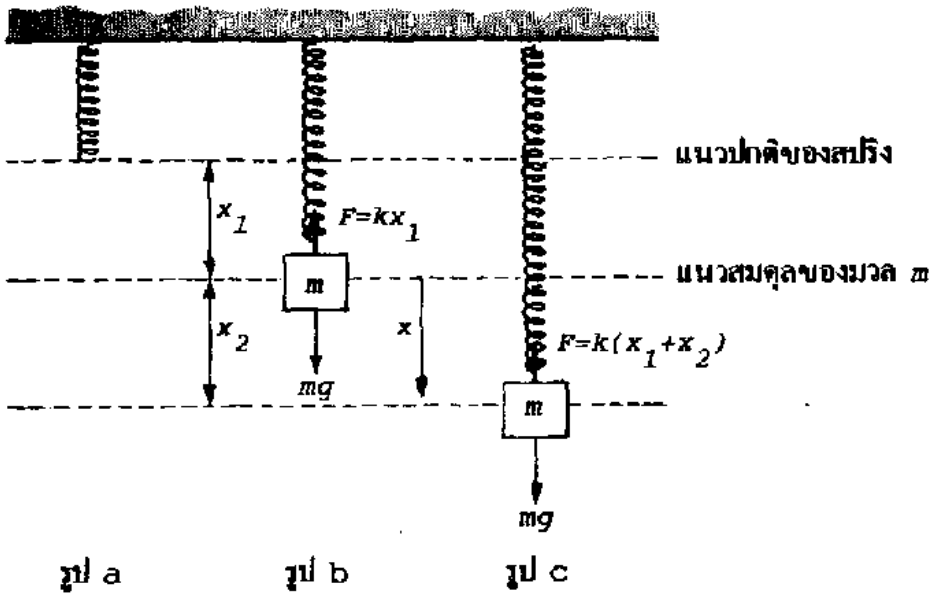
ความถี่ของ SHM $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

การเคลื่อนที่แบบ SHM ของระบบต่าง ๆ ในการที่เราจะพิจารณาการเคลื่อนที่ของระบบเพียง 2 ระบบเท่านั้นคือ การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาและการสั่นของมวลปลายสปริง การเคลื่อนที่แบบ SHM ของลูกตุ้มนาฬิกา กำหนดให้ลูกตุ้มมวล m ผูกเชือกยาว ℓ เมื่อลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งที่เชือกทำมุม θ กับแนวดิ่งมีอัตราเร็วเท่ากับ v และส่วนโค้งรองรับมุม θ เท่ากับ s



รูปแสดงการแกว่งของลูกตุ้ม

การแกว่งของมวลผูกปลายสปริงกำหนดให้มวล m แขวนสปริงในแนวดิ่งดังรูป (a) แล้วค่อยๆ ปล่อยให้สปริงยืดออกจนกระทั่งมวล m อยู่นิ่ง ดังรูป (b) จากนั้นดึงมวล m ให้ยืดออกจากรูป(b) เท่ากับ X2 แล้วปล่อยให้มันสั่นขึ้นลงแบบ SHM



รูปแสดงการแกว่งมวลผูกสปริง

นั่นคือ F มีทิศสู่แนวสมดุลและมีค่าแปรผันตามการขจัดX5ดังนั้นการแกว่งของการผูกปลายสปริงจึงเป็นการแกว่งแบบ SHM คาบเวลาการแกว่งของมวลผูกปลายสปริงมีค่าดังสมการ

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

โดย k = ค่านิจของสปริง

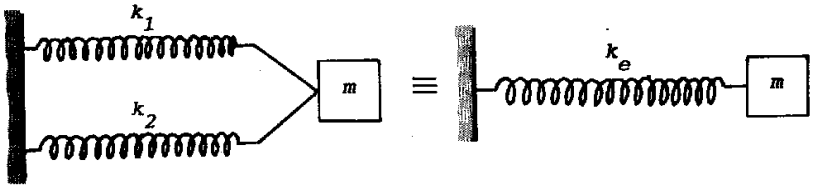
เนื่องจากการหาคาบเวลาการสั่นของมวลจากผูกสปริงจากสูตรข้างบน จะต้องเป็นสปริงเส้นเดี่ยวเท่านั้น

ถ้ามีสปริงหลายเส้นจะต้องทำการยุบให้เป็นสปริงเส้นเดียวเสียก่อน จึงมีสูตรการยุบค่านิจของสปริงที่มีการต่อในแบบต่างๆได้ดังนี้

1. การต่อสปริงแบบอนุกรม เมื่อนำสปริงมาต่อตามกันแล้วต่อกับมวล เราสามารถยุบสปริงให้เป็นเส้นเดียวแล้วหาค่านิจใหม่จะได้ตามสมการ

$$\frac{1}{k_e} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

2.การต่อสปริงแบบขนาน เมื่อนำสปริงมาต่อขนานกันและต่อกับมวล เราสามารถยุบสปริงให้เป็นเส้นเดียวเละหาค่านิจได้จากสมการ



Ke = k1+k2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมลา บุตรา (2549: 96-97) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียบแบบสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีผลต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : เซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .5

เกศกนก อินแปง (2550 : 99-102) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญาและการเรียบแบบสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีผลต่อการคิดวิพากษ์และแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญา มีแนวความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา และมีการคิดวิพากษ์วิจารณ์ มากกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบสำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ถาวร บังป่า (2550 : 69-70) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมามีความเข้าใจบางส่วน โดยนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติ ระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงาน แต่ไม่มีแนวความคิดผิดพลาดในมโนมติวัฏจักรสารลดลงจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

สุพจน์ วงค์คำจันทร์ (2550: 57-68) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์: งาน พลังงานและโมเมนตัมและวิจารณญาณ ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์และมีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดนส่วนรวมและเป็นรายด้านทุกด้านมากกว่าในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

จิราภรณ์ น้อยน้ำใส (2551 : 60-61) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยาและทักษะกระบวนกำระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีผลการเรียนต่างกัน พบว่าหลังเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมามีความเข้าใจบางส่วน โดยนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติ ระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงาน แต่ไม่มีแนวความคิดผิดพลาดในมโนมติวัฏจักรสารลดลงจาก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

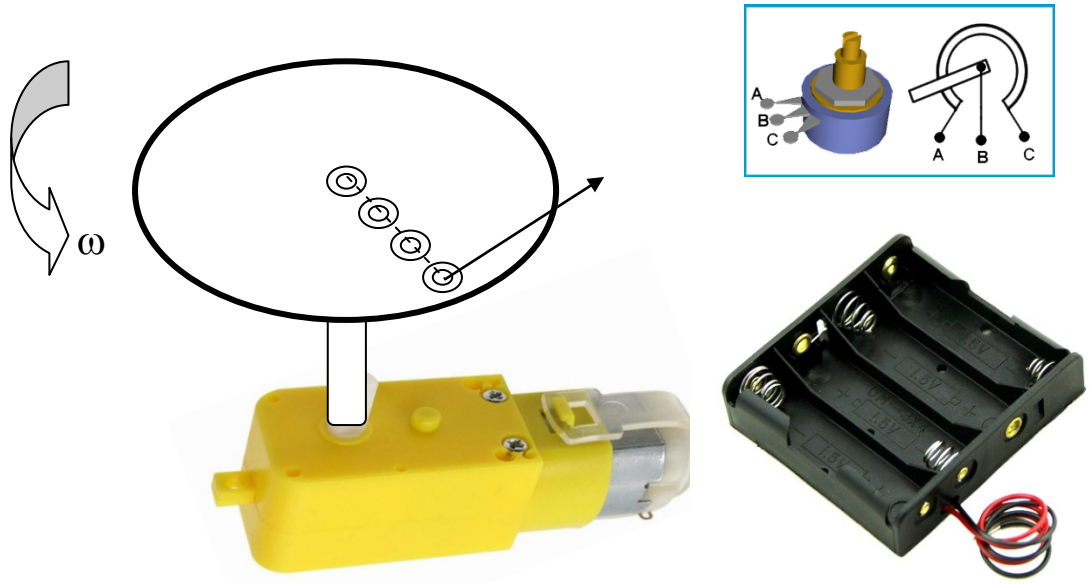
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี ความถี่ คาบการเคลื่อนที่ แผ่นกราฟแสดงผล จากชุดการทดลองโดยทำการทดลองเปรียบเทียบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัย คือ การพัฒนาและสร้าง ชุดสาธิ ตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย การประเมินคุณภาพของชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตตามเกณฑ์ 80/80 และการประเมินความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

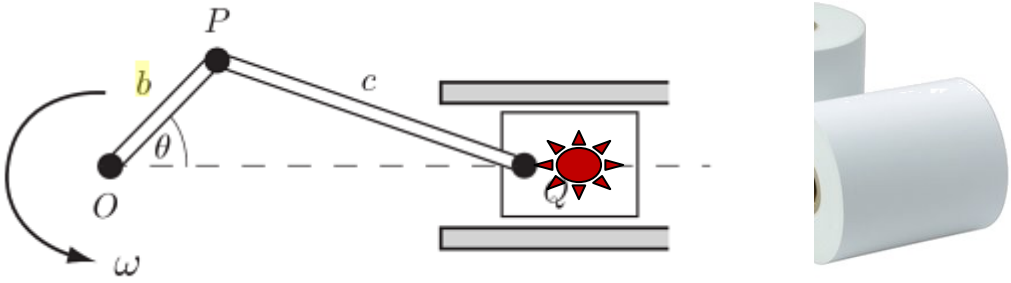
3.1 การพัฒนาและสร้างชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

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



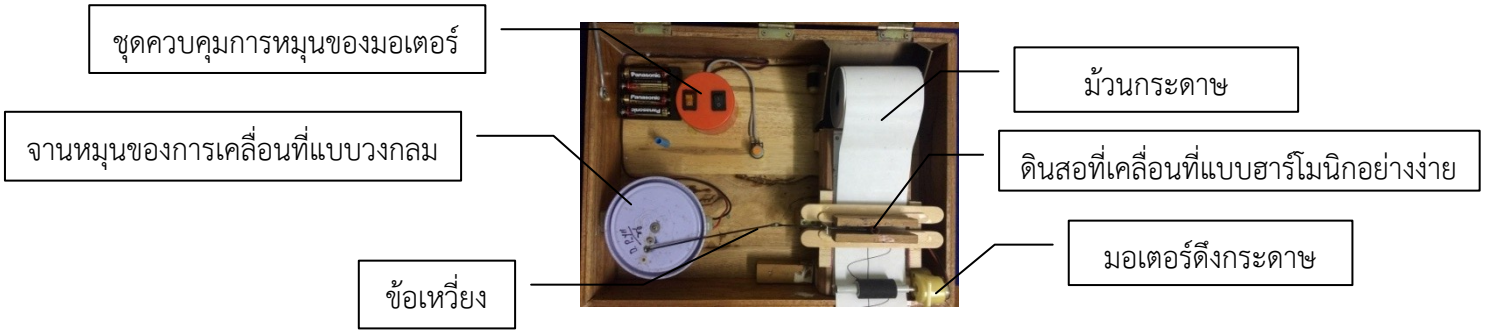
รูปที่ 3.1 การออกแบบและสร้างชุดจานหมุนของการเคลื่อนทแบบวงกลม

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

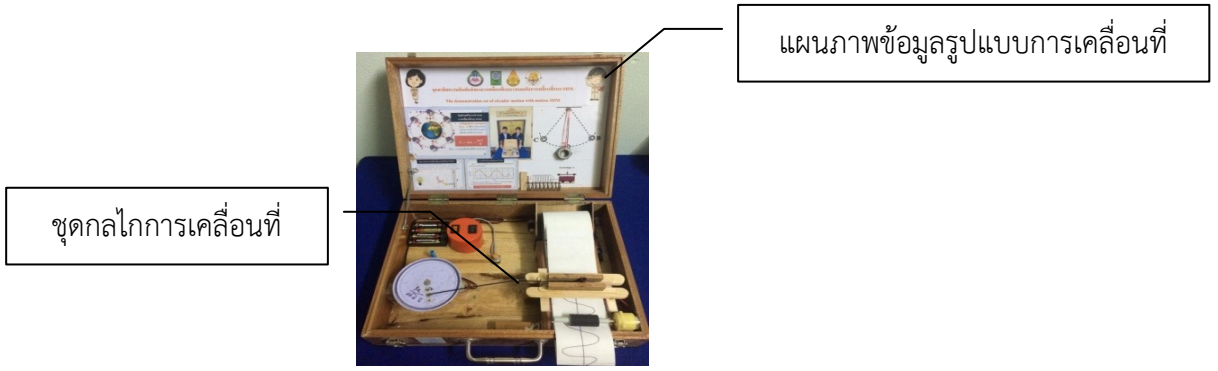


รูปที่ 3.2 การออกแบบและสร้างชุดเขียนกราฟการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

ทำการประกอบชุดควบคุมการเคลื่อนที่ทั้ง 2 รูปแบบ ลงในกล่องไม้ โดยติดตั้งจุดศูนย์กลางของจานหมุนให้ตรงกับแนวการเคลื่อนที่ของดินสอบนกระดาษ ประกอบข้อเหวี่ยงเชื่อมต่อระหว่างจุดรัศมีใดๆบนจานหมุนกับแนวบังคับการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์โมนิกอย่างง่าย ทดสอบการหมุนของจานหมุนโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์เกียร์ที่ตัดอยู่กับจานหมุน พิจารณารอบการหมุนปรับรอบการหมุนโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ จากนั้นใส่ขอเกี่ยวลงบนจานหมุน ทดสอบพิจารณาการเคลื่อนที่ของดินสอและขีดบนกระดาษ



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงส่วนประกอบอุปกรณ์ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย



รูปที่ 3.4 ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

รูปที่ 3.5 การนำชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่ายไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตและประเมินความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิต

3.2 การประเมินคุณภาพของชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

การสร้างแบบประเมินคุณภาพ ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ดำเนินการสร้างโดยการศึกษา วิธีการสร้าง ซึ่งดัดแปลงจากประนอม หมอกกระโทก (2545) แบบประเมินคุณภาพของชุด สาธิตเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบวิธี ของลิเคิร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ , 2540) โดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5 , 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ในการประเมินครั้งนี้กำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพของชุดสาธิต 4 ด้าน ดังนี้

3.2.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป

3.2.2 ลักษณะการใช้งาน

3.2.3 การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม

3.2.4 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

ผลการประเมินกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมิน คุณภาพชุด สาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ของผู้เชี่ยวชาญ 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 การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตโดยใช้เกณฑ์ 80/80

เมื่อพัฒนา ชุดสาธิ ตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนตะโหมด ตำบลแม่ขรี อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 202 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ของโรงเรียนตะโหมด ตำบลแม่ขรี อำเภอตะโหมด 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_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

P	แทน	การกาหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (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 การสร้างแบบทดสอบวัดการเรียนรู้ เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดผล ประเมินผล และวิธีการสร้างแบบทดสอบ

1.1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้และเนื้อหา การเคลื่อนที่ แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ - ความจา 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 นำกระดาษคาตอบของแบบทดสอบทางการเรียนที่ทดลองใช้มาตรวจให้คะแนน 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 ผู้วิจัยได้ทาการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองที่โรงเรียนตะโหมด ตำบลแม่ขรี อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุงดังนี้

1. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย พร้อมทั้งแนะนำชุด สาธิต 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. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของชุดสาธิตนี้กระทำโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ด้าน คือ 1) ด้านลักษณะกายภาพทั่วไป 2) ด้านลักษณะการใช้งาน 3) ด้านการบารุงรักษาและการซ่อมแซม และ 4) ด้านความเหมาะสมของการนาไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ตัดสินคุณภาพของชุดทดลองที่ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 (จากมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ เมื่อ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง, 2 หมายถึง พอใช้, 3 หมายถึง ปานกลาง, 4 หมายถึง ดี และ5 หมายถึง ดีมาก)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

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 : $\overline{X}$) คำนวณจากสูตร (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2562)

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

เมื่อ $\overline{X}$ 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
$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในชุดนั้น
n แทน จำนวนข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อคำถามกั บจุดประสงค์คำนวณโดยใช้สูตร (ณัฏฐพงษ์ เจริญทิพย์, 2542)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
∑R แทน ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพทางการศึกษาใช้ตามเกณฑ์ 80/80

3.1 การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตตามเกณฑ์ 80/80 คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, 2528)

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

โดย 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทุกคนที่ตอบคำถามท้ายการทดลองครบในคู่มือการใช้ชุด สาธิต ระหว่างเรียน โดยเฉลี่ยทั้งกลุ่มที่ผู้เรียนต้องทำได้คิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทุกคนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครบในคู่มือการใช้ชุดสาธิต โดยเฉลี่ยทั้งกลุ่มที่ผู้เรียนต้องทำได้คิดเป็นร้อยละ 80

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย โดยทำการวัดประสิทธิภาพของชุดสาธิตที่สร้างขึ้น ด้วยวิธีการสอบเทียบรอบการเคลื่อนที่ รัศมีของการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการกระจัดการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์โมนิกอย่างง่ายเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ คุณภาพชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ซึ่งได้ประเมินคุณภาพการใช้ชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ปรากฏผลดังนี้

ด้านที่ประเมิน	ผลการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผู้เชียวชาญคนที่			$\bar{X}$	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

การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่าง 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)

ตารางแสดงผลความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ						
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ยระดับ	แปลค่า
1.การเรียนด้วยชุดสาธิตในลักษณะนี้ ช่วยให้เข้าใจในเนื้อหาเพียงใด	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	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยรวม						4.25	ระดับดี
ร้อยละ						85.00	

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

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

2. การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่าง ง่าย ในการจัดการเรียนรู้ แก่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนตะโหมด จังหวัดพัทลุง จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) พบว่าชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่าง ง่ายมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80.33/81.11 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ผลการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้ชุดสาธิต นักเรียนมีระดับความพึงพอใจของการใช้ชุดสาธิตคิดเป็นร้อยละ 85

จากผลการศึกษาเห็นได้ว่าชุดสาธิต ความสัมพั นธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่าง ง่ายใช้เทคนิคที่ไม่ซับซ้อน เห็นภาพได้ชัดเจน ในรูปแบบกราฟที่แสดงผลออกมาบนแผ่นกระดาษเพื่อการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยนักเรียนสามารถเปรียบเทียบการเคลื่อนที่แบบวงกลมเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงระยะรัศมีบนจานหมุน ว่ามีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ตามทฤษฎี จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สาธิตการทดลองฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรปรับปรุงให้สามารถแยกอธิบายเฉพาะการเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย เพื่อปรับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนเห็นภาพและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทั้ง 2 การเคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้น

2. พัฒนากลไกเพิ่มเติม เช่น บอร์ดควบคุม เซนเซอร์วัดค่าแสดงผลในรูปแบบดิจิตอล และการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือจอฉายภาพ 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: สานักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวรรณ์ สายเผ่าพันธุ์. (2553). **การสร้างชุดทดลองเพื่อหาแรงสู่ศูนย์กลาง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าธนบุรี.

ชาญชัย อินทรสุนานนท์. (2531). **เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโน 301 “สื่อการสอน”.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชูจิต สาระภาค. (2547). **ผลการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการใช้เครื่องมือการทดลองในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โช สาลีฉัน. (2528). **การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทดแทนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.**กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

_____. (2534). **เทคโนโลยีพื้นฐานการประดิษฐ์ การสร้างอุปกรณ์และเครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์.**กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). **การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์** . กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธัญญะ โพธิ์รัง. (2550). **การสร้างชุดทดลองวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2552). **การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: บิสซิเนสอาร์แอนด์ดี.

บุฟผชาติ ทัฬหิกรณ์. (2552). **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2.**กรุงเทพมหานคร: สานักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน 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**: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พรรณรัตน์ อาภรณ์พิศาล. (2548). **การพัฒนาชุดทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสาหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดนครปฐม.** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มนต์ชัย สิทธิจันทร์. (2547). **ผลของการฝึกจินตนาการในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการจินตนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2532). **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สาหรับครู** . กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

_____.(2540). **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และจิต นวนแก้ว. (2532). **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ . (2542). **การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วันธนา ศิลปะวิลาวัณย์. (2552). **ชุดการทดลองเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของเรื่องคลื่นเสียง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาการสอนฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สิปปนนท์ เกตุทัต. (2541). **การประชุมเชิงปฏิบัติการระดมความคิดครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง 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

การศึกษาผลการใช้ชุดสาธิตความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.ดร.ภัทริณี ไวท์ อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

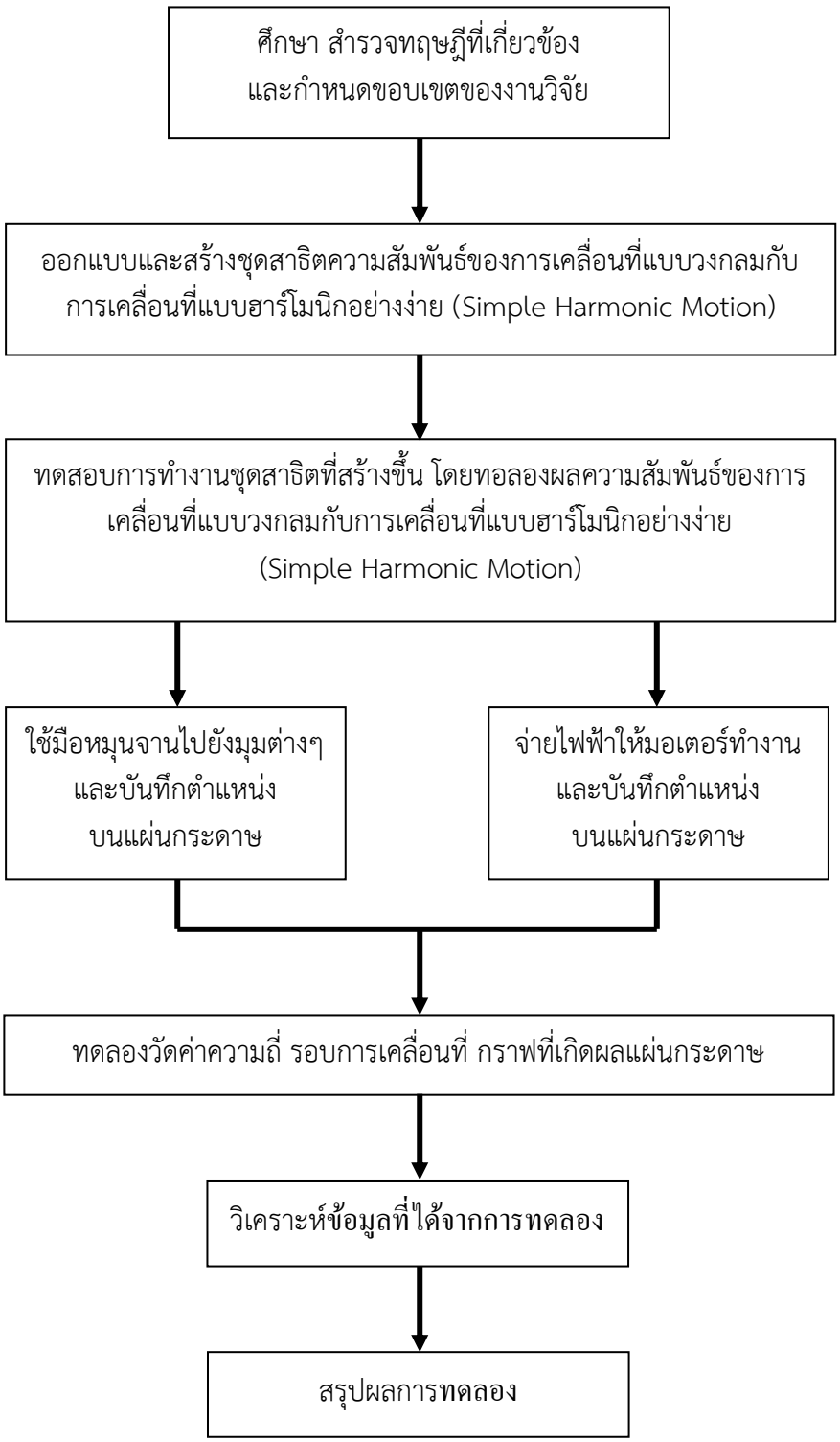
2.นางสาวนงลักษณ์ จันทร์พิชัย อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

3. นางมัลลิกา หล้าพันธ์ อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ง
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน