



รายงานการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ
โรเบิร์ต กาย่ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วีระชัย นาสารีย์

ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ปีงบประมาณ 2559



Research Report

The Construction of Computer-Assisted Instruction Lessons for Matthayom Sueksa Four Students
at The Demonstration School of Ramkhamhaeng University in Physics on Rotational
Motion as Based on Robert M. Gagné's Concepts

Weerachai Nasaree

Ramkhamhaeng University Research Fund

Fiscal Year 2016

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่องวิจัย การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ผู้วิจัย นายวีระชัย นาสารีย์

ปีที่ทำการวิจัย 2559

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาย่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงจำนวน 31 คน ได้มาโดยการเลือกอย่างเจาะจง ผู้วิจัยทำการสร้างและนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาย่ เข้าทดสอบประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียนจำนวน 3 คน และทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มย่อยกับนักเรียนจำนวน 6 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขสื่อให้มีความสมบูรณ์ ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

การหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาย่ โดยประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์(ฟิสิกส์) และด้านการ

ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินพบว่าความเหมาะสมชัดเจน และความถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพระดับมาก ($\bar{x} = 4.16$)

สำหรับการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 55 คน เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน จำนวน 5 หน่วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ จำนวน 25 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) จำนวน 10 ข้อ

ผลการวิจัยพบว่าได้ับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการการเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ ที่มีประสิทธิภาพ 81.01/80.19 ซึ่งตรงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และเมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ โดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้น พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจ เฉลี่ยทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.63$)

ABSTRACT

Research Title	The Construction of Computer-Assisted Instruction Lessons for Matthayom Sueksa Four Students at The Demonstration School of Ramkhamhaeng University in Physics on Rotational Motion as Based on Robert M. Gagné's Concepts
Researcher	Mr. Weerachai Nasaree
Research Year	2016

In this research inquiry, the researcher (1) constructs computer-assisted instruction (CAI) lessons in physics on Rotational Motion as based on Robert M. Gagné's concepts in addition to determining whether these lessons satisfy the efficiency standard of 80/80; (2) compares the academic achievement of students using these lessons prior to the commencement and after the completion of this science-mathematics plan study; and (3) establishes levels of student satisfaction with the lessons.

In carrying out the initial step of this inquiry, the researcher utilized the purposive sampling method in collecting a sample population consisting of 31 Matthayom Sueksa Four students enrolled in the second semester of the academic year 2016 at The Demonstration School of Ramkhamhaeng University (DSRU).

In testing the CAI lessons, the researcher selected three students for single efficiency testing (1:1) and six students for group efficiency testing (1:10). This allowed fully-rounded improvement of the test prior to field testing with the 22 members of the sample population to the end of determining whether the set efficiency standard is met.

The efficiency of the CAI lessons was determined by three experts in science (physics) and in CAI design. The experts found that the components of the lessons were appropriate, clear, and accurate, thereby exhibiting quality at a high level ($M = 4.16$).

In the next step, the researcher carried out an experiment for the purpose of comparing academic achievement and satisfaction of students vis-à-vis the improved lessons. In this case, using the purposive sampling method, the researcher constituted a sample population consisting of 55 Matthayom Sucksa Four students enrolled in the second semester of the academic year 2016.

The research instruments for the experiments consisted of five CAI lessons on Rotational Motion; a 25-item multiple-choice academic achievement test; and a 10-item rating scale questionnaire for determining levels of student satisfaction.

Findings are as follows:

The CAI lessons were found to show efficiency at 81.01/80.19 in congruence with the set standard of 80/80.

In comparing academic achievement of the students in the experimental group using the CAI lessons, the researcher found that academic achievement after the completion of the experiment was higher than prior to its commencement at the statistically significant level of .05.

In establishing the levels of student satisfaction with the CAI lessons, the researcher found that the students evinced mean satisfaction in all aspects at a high level ($M = 3.63$).

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิพย์ หาสาสน์ศรี ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ นายวิฑูรย์ ตั้งวัฒนกุล นางชบา เมืองจีน นางสาวจันทร์เพ็ญ ไพรแก่น นายปรีชา ฤทธิเดช และ นายฤทธิชัย หอมใบเตย ที่ช่วยเหลือตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอบพระคุณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงที่ผู้วิจัยรักและเป็นสถานที่ให้โอกาสในการทำงานและพัฒนาตนเองในทุกๆ ด้าน

ขอบพระคุณผู้ร่วมงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่คอยรับฟัง และให้กำลังใจด้วยความจริงใจ

ขอบพระคุณครอบครัวนาสารีย์ ที่เป็นกำลังใจสำคัญ ในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ให้โอกาสในการพัฒนาตนเองครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้พัฒนาศักยภาพตนเองให้เป็นผู้ที่พร้อมและเหมาะสมในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ลูกศิษย์ต่อไป

วีระชัย นาสารีย์

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
	สมมติฐานการวิจัย	6
	ขอบเขตการวิจัย	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	8
บทที่ 2	วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
	การเคลื่อนที่แบบหมุน	35
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	39
	การประเมินความพึงพอใจ	55
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
ตอนที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	65
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	65
	เครื่องมือการวิจัย	66
	วิธีการทดลอง	75
	การวิเคราะห์ข้อมูล	82
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	83
ตอนที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
	ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	86
	ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน	90
	ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	90

ตอนที่ 5	สรุปและอภิปรายผล	92
	สรุปผลการวิจัย	92
	อภิปรายผล	93
	ข้อเสนอแนะ	97
บรรณานุกรม		99
ภาคผนวก		104
	ภาคผนวก ก	105
	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน (หน่วยที่1)	106
	ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง	
	ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	121
	ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง	
	ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	126
	ภาคผนวก ข	143
	การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน	143
	แบบทดสอบที่ใช้ประเมินผลระหว่างเรียน	
	หรือแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย	157
	ภาคผนวก ค	170
	แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	170
	ภาคผนวก ง	177
	การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพของ	
	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2)	177
	ภาคผนวก จ	182
	วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	182
	วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	187

ภาคผนวก จ	188
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	189
ประวัติผู้วิจัย	191

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดง วัน-เวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	77
ตารางที่ 2 Research Design	80
ตารางที่ 3 แสดง วัน-เวลา การทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง ม.4/1(2)	81
ตารางที่ 4 แสดง วัน-เวลา การทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง ม.4/1(4)	82
ตารางที่ 5 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	88
ตารางที่ 6 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	89
ตารางที่ 7 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนามของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	89
ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน	90
ตารางที่ 9 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	91
ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1	121
ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 2	121
ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3	122
ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 4	122
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 5	123
ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1	125
ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 2	127

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3	129
ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 4	131
ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 5	133
ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เฉลี่ยรวม หน่วยที่ 1, 2, 3, 4 และ 5	135
ตารางที่ 21 แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	140
ตารางที่ 22 แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	141
ตารางที่ 23 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of Test Item Specification) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน	145
ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบคุณภาพความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน	146
ตารางที่ 25 แสดงการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยสูตร KR-20	156
ตารางที่ 26 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 1	159
ตารางที่ 27 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 2	161
ตารางที่ 28 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 3	164

ตารางที่ 29 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 4	166
ตารางที่ 30 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 5	168
ตารางที่ 31 แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	171
ตารางที่ 32 การวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบถาม	172
ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างประเด็น ข้อคำถามกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	173
ตารางที่ 34 การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามจากการทดลองใช้กับเรียน กลุ่มทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามของการทดลองหาคุณภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	174
ตารางที่ 35 ผลการตอบแบบสอบถามของนักเรียนกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม	175
ตารางที่ 36 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	176
ตารางที่ 37 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)	178
ตารางที่ 38 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)	179
ตารางที่ 39 การทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)	180
ตารางที่ 40 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	183
ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์คำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อทดสอบค่า ที (t -test)	186
ตารางที่ 42 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	187

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Society) เป็นกระแสที่มาแรงมากในสังคมโลก นานาประเทศต่างก็ก้าวเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงที่มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยพัฒนากิจกรรมต่างๆ ของประเทศ ในแวดวงการศึกษาที่มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาร่วมผสมผสานในการจัดการเรียนการสอน นับตั้งแต่การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่ออุปกรณ์ในการเรียนการสอน การจัดทำหลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์ จนก้าวสู่การใช้คอมพิวเตอร์พัฒนาสื่อช่วยเสริมการเรียนการสอน ที่เรียกว่า “สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือที่รู้จักกันดีในชื่อ CAI – Computer Aided Instruction เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพัฒนามาถึงยุคโลกไร้พรมแดน ด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) การเรียนการสอนก็ได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบไปอย่างมาก โดยมีการนำบริการต่างๆ ของอินเทอร์เน็ตมาพัฒนาเป็นสื่อถ่ายทอดวิชาการความรู้สาขาต่างๆ เข้าสู่ระบบ เพิ่มช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

การนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันนั้นทำให้สังคมโลกกลายเป็นสังคมความรู้ (Knowledge Society) หรือสังคมแห่งการเรียนรู้ (Learning Society) องค์การทางการศึกษาจึงต้องปรับตัวให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) คลงในศตวรรษที่ 21 จึงต้องปรับตัวให้เท่าทันยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงโดยเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอด มาเป็นผู้แนะนำหรือที่ปรึกษา ออกแบบระบบการสอน ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้จากภายใน ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง วัดและประเมินผลผู้เรียนด้วยวิธีการและเครื่องมือที่ หลากหลายและเหมาะสมกับวิธีการหรือรูปแบบการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกัน (Unesco, 1996; ภาสกร เรืองรองและคณะ, 2557: 95)

กระบวนการเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลง โดยผู้เรียนจะเรียนด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ทันสมัยและสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็ว(สุทธิพรจิตต์มิตรภาพ, 2553) ทั้งนี้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สารสนเทศและการสื่อสาร ก่อให้เกิดระบบการเรียนการสอนในรูปแบบใหม่ขึ้น ซึ่งเน้นการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมของผู้เรียนทั้งจากการเรียนกับผู้สอน สื่อ และเพื่อนร่วมชั้น รวมทั้งการเปลี่ยนบทบาทของผู้สอนจากการเป็นผู้ให้เนื้อหา(impart) แก่ผู้เรียน มาเป็นผู้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ (facilitator) แก่ผู้เรียน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยพัฒนาการเรียนการสอน และที่ยังสามารถเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ อันเป็นไปตามหลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง สังกัดคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เป็นสถานศึกษาที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นสถานที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาระดับปริญญาตรีของคณะศึกษาศาสตร์ เป็นแหล่ง ค้นคว้าทดลอง วิจัยของนักศึกษาและอาจารย์ในการผลิตบัณฑิตทางการศึกษาของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง และมีหน้าที่ผลิตนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ให้มีคุณภาพตามแนวนโยบายและพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มีเป้าหมายให้นักศึกษาได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ดีจากการปฏิบัติงานกับสภาพจริงและสามารถนำไปเป็นแบบอย่างและแนวทางในการพัฒนาเพิ่มทักษะความรู้ความสามารถเพื่อประกอบอาชีพต่อไป มีผลงานการศึกษาค้นคว้าทดลองและวิจัยเพื่อนำไปพัฒนาการเรียนการสอนและการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนเผยแพร่เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป อีกทั้งนักเรียนที่จบการศึกษาจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็นเยาวชนและพลเมืองที่ดีมีคุณภาพของสังคมและประเทศชาติ

การจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงนั้น กำหนดโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโดยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นกรอบและแนวทางการจัดทำหลักสูตร และเนื่องด้วยโรงเรียนมีกิจกรรมส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนในด้านต่างๆ ค่อนข้างมาก จึงมีข้อจำกัดทางด้านเวลาในการจัดการเรียนการสอน

ผู้วิจัยจึงต้องหาวิธีการเพื่อการแก้ปัญหาในข้อจำกัดดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีคุณภาพ มีศักยภาพและบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สื่อการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนสามารถนำมาเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาไปสู่ผู้เรียน สื่อมีอิทธิพลและสามารถจูงใจผู้เรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น (วีรวัฒน์ ยอคมั่นและวิสูตร โปธิ์เงิน, 2558)

การใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ ถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากสื่อจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ดังเช่นงานวิจัยของ Samuel N. Jesse, Nicholas V. Twoli & John N. Maundu (2014) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนจากสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) มีความกระตือรือร้นและแสดงออกถึงความสนใจเป็นอย่างมาก ในขณะที่กำลังศึกษาจากบทเรียน เกิดการมีส่วนร่วมของผู้เรียนสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น สำหรับครูวิทยาศาสตร์สามารถใช้ประโยชน์อย่างมาก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่มีการนำเสนอด้วยข้อความ เสียง ภาพ กราฟิก ซึ่งทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ สามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี ทำให้เป็นสื่อที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้กันอย่างกว้างขวางในโรงเรียนเนื่องจากมีคุณสมบัติดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกและมีคำตอบให้รู้ว่าถูกอย่างไรและผิดอย่างไร
2. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยใช้การเสริมแรง (Reinforcement) อย่างทันทีทันใด
3. ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับตนเองหรือเลือกเนื้อหาตามลำดับความยากง่ายของบทเรียนได้
4. ผู้เรียนสามารถรู้ผลการเรียนของตนเองได้ทันทีกับแบบทดสอบหรือการประเมินผลในบทเรียน
5. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ตามความถนัด ความต้องการของตนเอง

คุณสมบัติดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อสำหรับผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษางานวิจัยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นสื่อมัลติมีเดียในการจัดการเรียนการสอนประเภทหนึ่ง ที่มีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนหลายรูปแบบ เช่น ใช้สอนซ่อมเสริม ใช้ทบทวนบทเรียน ใช้ประกอบการสอนในชั้นเรียนปกติ ใช้เพื่อการเรียนกลุ่มและเรียนคนเดียว ผลการวิจัยส่วนมากพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น อีกทั้งสนับสนุนให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน (เกษมพิพัฒน์ โพธิ์ลี, 2551; จันทน์ อุทธิสินธุ์และคณะ, 2554; จันทน์ อุทธิสินธุ์และคณะ, 2556; Hussain, L., Nawaz, A., Abbas, A., Khan, A. N., & Khan, M. A., 2014)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและมุ่งพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้นนั้นมีหลากหลายทฤษฎี ทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในการนำมาประยุกต์สู่การจัดการสื่อการสอนคือทฤษฎีของโรเบิร์ต กาย่ หรืออาจเรียกว่าทฤษฎีการเรียนรู้ 9 ขั้น เป็นทฤษฎีที่บูรณาการระหว่างทฤษฎีของกลุ่มพฤติกรรมนิยมกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพุทชนิยม ทั้งนี้เพื่อตอบสนองสมรรถภาพของมนุษย์ทั้ง 5 อันได้แก่ การเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะด้านเชาว์ปัญญา ยุทธศาสตร์การคิด ทักษะการเคลื่อนไหวและเจตคติ (ศักดิ์ สุจริต, 2558) ดังงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามหลักการสอน 9 ขั้นตอนของกาย่ การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามกระบวนการเรียนรู้ของกาย่ การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของกาย่ การประยุกต์ใช้บทเรียนบนเครือข่าย WBI กับขั้นตอนการสอน 9 ขั้นของกาย่ (นิกร หล้าน้อย, พณณา ตั้งวรรณวิทย์และไพศาล สุทธิบรรเจิด, 2558; ศักดิ์ สุจริต, 2558; กนกอร สะภา, 2559; ภาสกร เรืองรอง, ม.ป.ป.)

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ (Robert Gagné) เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการ ได้แก่ เร่งเร้าความสนใจ บอกวัตถุประสงค์ ทบทวนความรู้เดิม นำเสนอเนื้อหาใหม่ ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับ ทดสอบความรู้ใหม่ สรุปและนำไปใช้ ขั้นตอนทั้งหมดดังกล่าวเป็นมโนมดิกกว้างๆ

ที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคนิคอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพื้นฐานก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้ชิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

การเคลื่อนที่แบบหมุน เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งในวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ยากและเกิดความคลาดเคลื่อนหรือความเข้าใจที่ผิดได้ง่าย อีกทั้งยังมีนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจถึงความสำคัญในเนื้อหาว่า เรียนเพื่ออะไร นำไปใช้ประโยชน์อะไร ในการจัดการเรียนการสอนต้องใช้เวลาค่อนข้างยาวนานและต้องอาศัยสื่อการสอนที่ส่งเสริมให้เข้าใจง่ายขึ้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสามารถเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ให้กว้างขวางขึ้น โดยเฉพาะบทเรียนช่วยสอนที่เน้นการฝึกทักษะการคำนวณที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจน และแบบฝึกทักษะที่นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและทำซ้ำใหม่จนกว่าจะคำนวณได้ถูกต้อง ถ้าเรียนยังไม่เข้าใจในส่วนของบทเรียนก็สามารถกลับไปเรียนซ้ำได้ และการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้ผู้เรียนมีความสุข เพลิดเพลินกับบทเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างคงทน

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่

3. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระดับมาก ($\bar{x} = 3.50$ ขึ้นไป)

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 115 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 55 คนได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน
- ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. กรอบเนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในวิชา ฟิสิกส์ (สาระเพิ่มเติม) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน โดยได้จัดแบ่งเนื้อหาเป็น 5 หน่วยดังนี้

- 3.1 ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน
- 3.2 ทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน
- 3.3 โมเมนต์เชิงมุม กกับการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม
- 3.4 งาน พลังงานของการหมุนและการอนุรักษ์พลังงาน
- 3.5 การเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน

4.ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีและสามารถเรียนตามความสามารถของตนเอง แต่ละหน้าจอก็มีสื่อภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง เป็นองค์ประกอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วย จอต้อนรับ หน้าหลัก คำแนะนำ หน่วยเรียนย่อย

ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยแต่ละหน่วยประกอบด้วย ซื่อบทเรียน จุดประสงค์ แบบทดสอบก่อนเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบท้ายหน่วย ซึ่งมีการออกแบบที่สอดคล้องตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่

2. การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยจัดให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง และมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมดูแล

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของกลุ่มทดลองที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ละหน่วยรวมกัน คิดเป็นร้อยละ ไม่น้อยกว่า 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจบทุกหน่วย คิดเป็นร้อยละ ไม่น้อยกว่า 80

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ได้ทราบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้สามารถแก้ปัญหา ข้อจำกัดเรื่องเวลาในการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียน

4. ได้ทราบระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจะเป็นประโยชน์หรือแนวทางในการพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ เพื่อสะดวกในการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. การเคลื่อนที่แบบหมุน
3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การประเมินความพึงพอใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความหมาย คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะที่คล้ายคลึงกันดังนี้

ศิริชัย สวงนแก้ว (2543) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) หมายถึง การประยุกต์นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยมีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นเพื่อเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเสนอแบบติวเตอร์ (Tutorial) แบบจำลองสถานการณ์ (Simulations) หรือแบบการแก้โจทย์ปัญหา (Problem Solving) เป็นต้น การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพหรือแป้นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม วัสดุทางการสอนคือ โปรแกรมหรือ Courseware ซึ่งปกติจะถูกจัดเก็บไว้ในแผ่นดิสก์หรือหน่วยความจำของเครื่องพร้อมที่จะเรียกใช้ได้ตลอดเวลา การเรียนในลักษณะนี้ ในบางครั้งผู้เรียนจะต้องโต้ตอบ หรือตอบคำถามเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยการพิมพ์ การตอบคำถามจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์ และจะเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนขั้นต่อไป กระบวนการเหล่านี้เป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

วุฒิชัย ประสารสอย (2547: 8) ได้ให้ความหมายของบทเรียนช่วยสอนไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ บทเรียนซีเอไอ ซึ่งมาจากคำในภาษาอังกฤษ คำว่า Computer-Assisted Instruction; Computer-Aided Instruction; CAI เป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน

เสถียร หอศิลาชัย (2552: 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การจัดทำสื่อการสอน โดยการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ ในการจัดทำเป็นบทเรียนตามเนื้อหาที่ครูผู้สอนได้วางแผนและลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนนั้นๆ ด้วยตนเองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีทั้งภาพ เสียง และการทดสอบผู้เรียน เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามความต้องการ เกิดความสนุกสนานและไม่เบื่อหน่ายในเนื้อหาต่างๆ

ดังนั้นจึงสรุปความหมายได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ มีองค์ประกอบได้แก่ สื่อภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง มีลำดับขั้นของการนำเสนอสาระหรือองค์ความรู้โดยยึดหลักทฤษฎีการสื่อสาร ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ เพื่อวัตถุประสงค์ประการหนึ่ง คือในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2. ลักษณะและประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งมีรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่หลายรูปแบบ ทั้งนี้แต่ละรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นอยู่กับแนวคิดและความเชื่อของนักการศึกษาแต่ละท่าน ซึ่งจากการศึกษาสรุปได้ว่าลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามที่ กิดานันท์ มลิทอง (2536: 187-191) กล่าวถึงลักษณะและประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1) แบบนำเสนอเนื้อหา (Tutorial instruction) โดยอาศัยธรรมชาติของการตอบสนอง และการแสดง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนนี้มีการตั้งคำถามแบบ ถาม-ตอบ จำนวนมาก มีการเสริมแรงตลอดเวลา สามารถใช้สอนสิ่งใหม่ใน

ลักษณะบทเรียนโปรแกรม เป็นบทเรียนที่นิยมใช้กันมาก มีการแสดงกรอบเนื้อหา การถาม-ตอบ มีการตรวจคำตอบ และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2) แบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่ใช้ให้ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัด หลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาต่างๆ แล้วมีการฝึกซ้ำเพื่อให้เกิดทักษะ อาจเป็นทักษะด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ เช่น การอ่าน การสะกดตัวอักษร เป็นต้น

3) แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการนำเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพราะบางครั้งประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไปหรือแพงเกินไป เช่น การเรียนการขับเครื่องบินผ่านเครื่องบินจำลอง เป็นต้น การสอนด้วยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความชำนาญอย่างแท้จริง แต่ก็ขึ้นอยู่กับว่า การจำลองสถานการณ์นั้นๆ สามารถจำลองสภาพได้เหมือนจริงมากน้อยเพียงใด บทเรียนสถานการณ์จำลองมักจะมีโปรแกรมสาธิต แทรกอยู่ด้วย ซึ่งโปรแกรมสาธิตจะสาธิตวิธีการให้ผู้เรียนได้ดูเพียงอย่างเดียว

4) แบบเกมการเรียนการสอน (Instructional games) เป็นบทเรียนช่วยสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการเล่นเกม เพื่อพัฒนาการเรียน พัฒนาด้านความคิด การอ่าน การเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อมๆ กัน เช่น เกมการคิดคำนวณ เกมการต่อภาพ เป็นต้น

5) แบบทดสอบ (Test) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้ ใช้เพื่อทดสอบผู้เรียนโดยตรงหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาต่างๆ หรือฝึกปฏิบัติแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบทดสอบผ่านคอมพิวเตอร์ซึ่งคอมพิวเตอร์ก็จะประมวลผล และเสนอผลให้ผู้เรียนได้รับทราบทันทีหลังจากที่ทำบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว

6) แบบการแก้ปัญหา (Problem solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ จะเน้นการฝึกคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นต้องจะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งก่อนที่ผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้

คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงใด

7) แบบการค้นพบ (Investigation) ประสบการณ์เป็นครูที่ดี การให้โอกาสผู้เรียนมีประสบการณ์ในด้านต่างๆ มากผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง เช่น การคิดภาษาสัญลักษณ์ (Logo) ทำให้ผู้เรียนที่มีอายุน้อยสามารถเข้าใจได้ง่าย เพราะโลโกเป็นภาษาอังกฤษ ขณะที่ผู้เรียนเรียนการใช้ภาษาต่างๆ ของสัญลักษณ์แล้ว ลองใช้คำสั่งต่างๆ จะทำให้มีภาพเกิดขึ้น ผู้เรียนก็จะเรียนรู้ไปด้วยตั้งแต่คำศัพท์ หลักการพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. ประโยชน์และข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดประโยชน์และข้อดีต่อการจัดการเรียนการสอนหลายประการ ดังที่ นักการศึกษาได้เสนอไว้ดังนี้

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532: 176) ได้กล่าวถึง ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเปรียบเทียบกับตำราเรียน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ด้านสีสัน สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่า โดยเฉพาะผู้เรียนที่เป็นเด็ก นอกจากนี้ด้านความคงทนในการจำ บทเรียนที่มีสีสันมีผลทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำได้ดีกว่า ถึงแม้ในตำราเรียนสามารถใส่สีลงไปได้แต่ทางด้านต้นทุน ความยุ่งยากในการผลิต และเทคนิคการนำเสนอ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีข้อได้เปรียบกว่าตำราเรียน

2) ด้านเสียง เป็นสิ่งเร้าที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี และการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ครูผู้สอนสามารถสร้างเสียงได้ในรูปแบบต่างๆ ตั้งแต่เสียงแบบง่ายๆ ไปจนถึงเสียงที่มีความซับซ้อน

3) ด้านกราฟิก ครูผู้สอนสามารถสร้างภาพประกอบบทเรียนและทำให้ภาพเคลื่อนไหวได้ ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อเปรียบเทียบกับตำราเรียนจะไม่สามารถทำให้ภาพเคลื่อนไหวเพื่อเร้าความสนใจได้

4) ด้านการศึกษารายบุคคล คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูง ถึงแม้การใช้แบบเรียนและชุดการสอนรายบุคคลจะช่วยการศึกษา รายบุคคลได้แต่การลงทุนค่อนข้างสูง ความคงทนถาวรมีน้อย ตรงกันข้ามกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งอาจใช้เวลามากในการสร้างบทเรียน แต่สามารถสร้างสำเนาได้ตามจำนวนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบให้มีความยากง่ายตามความสามารถและความถนัดของผู้เรียน รวมทั้งครูผู้สอนไม่ต้องประสบปัญหาในเรื่องของอุปกรณ์ที่ผู้เรียนใช้เรียนจะชำรุดเสียหาย เพราะสามารถทำสำเนาได้ใหม่ตามที่ต้องการ

5) ด้านการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี เพราะลักษณะของบทเรียนจะเป็นการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสตัดสินใจแสดงความคิดเห็นได้โดยการป้อนข้อมูลผ่านทางแป้นพิมพ์หรืออุปกรณ์ช่วยอื่นๆ

6) ด้านความรู้สึกรัก จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนจนทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากในการเรียนรู้ อยากรู้คำตอบว่าต่อไปจะเป็นอย่างไร จะถามต่อว่าอย่างไร มีการติชมอย่างไร

7) ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็ว ทั้งภาพและเสียง ทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีเทคนิคต่างๆ ในการที่จะสร้างแรงจูงใจให้เกิดในตัวผู้เรียน และสามารถประมวลผลให้ผู้เรียนได้รับทราบผลการเรียนได้ทันที ทำให้ผู้เรียนรู้ว่าตนสามารถเรียนรู้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งถ้าเรียนไม่สามารถทำได้

8) ด้านการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนไม่สามารถล่วงรู้เนื้อหาล่วงหน้าได้ ต้องให้ผู้เรียน เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน ซึ่งต่างจากตำราเรียน ผู้เรียนสามารถเปิดดูหน้าถัดไปได้ว่าจะเป็นอย่างใดและจะจบแบบไหน ซึ่งจากเหตุนี้ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสร้างความอยากรู้อยากเรียนให้กับผู้เรียนยิ่งขึ้น

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2536: 136) กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1) เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพียงจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ไม่นาน จึงถือได้ว่าเป็นของใหม่ ผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้นที่จะได้ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เป็นการกระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนเป็นอย่างดี

2) คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการให้ภาพและเสียง ตลอดจนข้อความกราฟิกที่เคลื่อนไหวได้ ทำให้มีความเหมือนจริง มากขึ้นเป็นการจูงใจให้อยากเรียนรู้และทำกิจกรรมต่างๆ ได้

3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้ในการบันทึกและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน และแสดงให้เห็นได้ทั้งในรูปของตัวอักษร ภาพ และแผนภูมิ เป็นการประเมินผลของผู้เรียนตลอดเวลา

4) คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการทำนายและชี้แนะโน้มของระดับการเรียนรู้ หรือความสามารถของแต่ละบุคคลได้เป็นอย่างดี ตอบสนองปรัชญาการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล

5) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกแบบให้ปรับได้กับผู้เรียนที่มีความสามารถ และความสมบูรณ์ของวุฒิภาวะแต่ละคนได้อย่างดี ผู้เรียนช้าก็สามารถเรียนได้หรือผู้เรียนอ่อนก็สามารถลองฝึกลองถูกได้ตามความเร็วของแต่ละคน

6) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีเหตุผล และมีความคิดที่เป็นตรรกวิทยา เพราะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนจะต้องทำอย่างมีขั้นตอน มีระเบียบและมีเหตุผล

4. ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียน หรือสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบ ผู้วิจัยจะเลือกใช้รูปแบบ ADDIE ซึ่งเป็นรูปแบบที่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ซึ่งจะแบ่งขั้นตอนเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2548: 97)

4.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

เป็นขั้นตอนแรกของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะส่งผลถึงขั้นตอนต่อไป ถ้าการวิเคราะห์เนื้อหาไม่สมบูรณ์ จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ ขั้นตอนนี้จึงต้องกระทำด้วยความรอบคอบและต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เข้าช่วย รวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ การเลือกสื่อ การกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา และการกำหนดวิธีการนำเสนอ ตามรายการกิจกรรมที่ต้องการกระทำดังต่อไปนี้

4.1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

เนื้อหาบทเรียนได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของหลักสูตรรวมถึงแผนการเรียนการสอน และคำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาแล้ว ให้กระทำดังนี้

- 1) นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
- 2) จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน
- 3) เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา
- 4) เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย
- 5) นำเรื่อง que เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดลำดับความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

4.1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน

วัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะบ่งบอกถึงสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมา หลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยที่พฤติกรรมนั้นจะต้องวัดได้ หรือสังเกตได้ คำที่ระบุในวัตถุประสงค์ประเภทนี้จึงเป็นคำกริยาที่ชี้เฉพาะ เช่น อธิบาย แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ เป็นต้น โดยนำเนื้อหาและกิจกรรมที่ได้จากที่ผ่านมาซึ่งสอดคล้องกับหัวเรื่องย่อยที่จะมาสร้างเป็นบทเรียนมาพิจารณาเขียนวัตถุประสงค์

4.1.3 การวิเคราะห์สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน

การวิเคราะห์สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ จะยึดตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนของเนื้อหาที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
- 2) เขียนเนื้อหาสั้น ๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3) เขียนลำดับของเนื้อหาทุกหัวข้อย่อยจากนั้นจึงทำการจัดลำดับเนื้อหาตามลำดับขั้นดังนี้
 - ก) บทนำ
 - ข) ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม
 - ค) ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละบล็อกหรือเฟรม
 - ง) ความยากง่ายของเนื้อหา
 - จ) เลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาในแต่ละกิจกรรมต้องใช้สื่อชนิดใดแล้วระบุลงในกิจกรรมนั้น

4.1.4 การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน

การกำหนดขอบข่ายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหาเรื่องดังกล่าวแยกเป็นหัวเรื่องย่อยหลาย ๆ หัวข้อ จำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนในแต่ละเรื่อง เพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียน จะได้ทราบถึงแนวทางขอบข่ายของบทเรียนที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไป

4.1.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ

การนำเสนอเนื้อหาในขั้นนี้ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเฟรมว่าจะใช้วิธีการแบบใด โดยสรุปผลจากขั้นตอนที่เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา เลือกหัวเรื่องแล้วเขียนหัวข้อย่อย นำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอเป็นต้นว่า

การจัดวางตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การออกแบบและแสดงภาพกราฟิกบนจอภาพ และการออกแบบเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน

4.2 การออกแบบบทเรียน (Design)

การออกแบบบทเรียนในขั้นตอนนี้หมายถึง การเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) และผังงาน (Flowchart) บทดำเนินเรื่องหมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา แบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียงตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพข้อความ ลักษณะของภาพและเงื่อนไขต่างๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์ หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้นการสร้างบทดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียด รอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ทำได้ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลัง ผังงาน หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละเฟรม หรือแต่ละส่วน ดังนั้นการเขียนบทดำเนินเรื่อง และผังงาน จึงต้องกระทำควบคู่กันไป ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะพิจารณาสิ่งใดก่อน อาจจะเขียนไปพร้อมๆ กันก็ได้ ในขั้นตอนนี้มีกิจกรรมที่จะต้องกระทำดังนี้

4.2.1 เขียนผังงานและบทดำเนินเรื่อง โดยการกระทำดังนี้

- 1) แสดงการเริ่มต้น และจุดจบของเนื้อหา
- 2) แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงบทเรียน
- 3) แสดงการปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน
- 4) แสดงเนื้อหา โดยใช้แบบสาขาแตกขยาย หรือแบบเชิงเส้น
- 5) แสดงการดำเนินบทเรียนและวิธีการเสนอเนื้อหาและกิจกรรม

4.2.2 การออกแบบจอภาพ และแสดงผล มีส่วนที่จะต้องพิจารณาดังนี้

- 1) บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม

- 2) การจัดเฟรมหรือแต่ละหน้าจอ
- 3) การให้ สี แสง เสียง ภาพลายเส้น และกราฟิกต่าง ๆ
- 4) การพิจารณารูปแบบของตัวอักษร
- 5) การตอบสนองและการโต้ตอบ
- 6) การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

4.2.3 กำหนดความสัมพันธ์ได้แก่

- 1) ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
- 2) กิจกรรมการเรียนการสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นตอนที่ 1 และการออกแบบบทเรียนในขั้นตอนที่ 2 นับว่าเป็นกระบวนการเตรียมการสร้างตัวบทเรียน หรือตัวเนื้อหาบทเรียนที่อยู่ในลักษณะของเอกสารเป็นส่วนใหญ่ ทั้งสองขั้นตอนนี้รวมเรียกว่า ขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน หรือ การสร้างคอร์สแวร์ (Courseware Design) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากได้ออกแบบคอร์สแวร์แล้ว ขั้นตอนที่ต่อไป จะเป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.3 การพัฒนาบทเรียน (Develop)

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นตอนนี้จะยึดตามขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมดเพื่อสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำได้ 2 ลักษณะ คือ 1) การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียน โดยเฉพาะในลักษณะของระบบนิพจน์บทเรียน ซึ่งการใช้โปรแกรมประเภทนี้เหมาะสำหรับผู้สอนทั่วไป โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะทางด้าน การเขียนโปรแกรมมาก่อน ส่วนอีกลักษณะหนึ่งก็คือ 2) การใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ วิธีการสร้างบทเรียนแบบนี้จะเป็นการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยที่ผู้สร้างจะต้องอาศัยความชำนาญและมีประสบการณ์ในด้านการเขียนโปรแกรมต่างๆ มาแล้วเป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

4.3.1 การเตรียมการ ได้แก่

- 1) การเตรียมข้อความ
- 2) การเตรียมภาพ เช่นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก
- 3) การเตรียมเสียง
- 4) การเตรียมสิ่งอื่น ๆ ประกอบการสร้างบทเรียน

4.3.2 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม ได้แก่

- 1) ป้อนข้อมูลที่จะแสดงบนจอภาพ
- 2) สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง
- 3) ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง

4.3.3 การใส่ข้อมูลเพื่อบันทึกการสอน

4.4 การนำไปใช้ (Implement)

หลังจากสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำไปใช้หรือทดลองใช้บทเรียนซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็นอย่างยิ่งก่อนที่จะนำเอาบทเรียนไปใช้ในการเรียนการสอนจริง โดยมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

4.4.1 การตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะต้องกระทำตลอดเวลา ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบและการพัฒนาบทเรียน

4.4.2 การทดลองการใช้งานบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องมีการทดลองใช้งานก่อนที่จะมีการนำไปใช้งานจริง โดยกระทำกับกลุ่มเป้าหมายและผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของบทเรียน

4.5 การประเมินผลการเรียน (Evaluate)

การประเมินผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะคล้ายกับการประเมินผลบทเรียนทั่วไป โดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อการประเมินผลตัวบทเรียนและประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เมื่อเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติมาเป็นเกณฑ์ในการประเมินผลด้านประสิทธิภาพของตัวบทเรียน

5. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวความคิดของโรเบิร์ต กาย

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในบทเรียนจำเป็นต้องออกแบบตามหลักการและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ เพื่อผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีขั้นตอนที่เหมาะสม ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวความคิดของโรเบิร์ต กาย (1996) โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการได้แก่

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gaining Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ (Informing Learners of the Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Learning)
4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Presenting the Content)
5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing “Learning Guidance”)
6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Eliciting Performance)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback)
8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assessing Performance)
9. สรุปและนำไปใช้ (Enhancing Retention and Transfer)

รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

5.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gaining Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอหน้าเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการ

ออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

5.1.1 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจใน ส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

- 1) ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 2) ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ
- 3) ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกด แป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคย ให้กับผู้เรียน
- 4) เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

5.1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษ(Effect) เข้า ช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

5.1.3 เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

5.1.4 เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหา

บทเรียน

5.1.5 ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

5.2 บอกวัตถุประสงค์ (Informing Learners of the Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะ ได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้น สุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญ

ของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

5.2.1 บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง

5.2.2 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และไม่เป็นที่เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป

5.2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

5.2.4 ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

5.2.5 ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกถึงวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

5.2.6 อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้

5.2.7 เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

5.3 ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Learning)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษามาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน นำมาเป็นแนวทางการจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน จะทำให้ได้บทเรียนที่ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้อาจไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไป ตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณเล็กน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวด้านทาบแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจ

วิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมึวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณหาค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าว เพื่อเป็นการทบทวนก่อน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

5.3.1 ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

5.3.2 แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

5.3.3 การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

5.3.4 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากกรทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

5.3.5 ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

5.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Presenting the Content)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียง

อย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดีสก์ กล้องถ่ายภาพวิดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ชับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุลย์ องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

5.4.1 เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญๆ

5.4.2 เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

5.4.3 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย

5.4.4 การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของคุณสมบัติสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้คำหรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สี่เหลี่ยมที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น

5.4.5 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

5.4.6 จัดรูปแบบของคำอธิบายให้นำอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จับเป็นตอนๆ

5.4.7 คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย

5.4.8 หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟได้ซ้ำ ควรเสนอเฉพาะกราฟที่จำเป็นเท่านั้น

5.4.9 ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

5.4.10 คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ กู้เคย และเข้าใจความหมายตรงกัน

5.4.11 ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้างแทนที่จะให้กด แป้นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

5.5 ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing “Learning Guidance”)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บททฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningfull Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจมโนคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนะทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่า ตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

5.5.1 บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

5.5.2 ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

5.5.3 นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลายๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูรับแสง เป็นต้น

5.5.4 นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

5.5.5 การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจกนามธรรมในรูปธรรม

5.5.6 บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

5.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Eliciting Performance)

นักการศึกษาถือว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าโสตทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วิดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนคึกคักหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนร่วมผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

5.6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

5.6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป

5.6.3 ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา

5.6.4 เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาใส่ใจมากกว่าการใช้ความจำ

5.6.5 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก

5.6.6 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

5.6.7 เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

5.6.8 ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

5.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่าย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่า ขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งรัดความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผล ว่าหากทำผิด แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

5.7.1 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน

5.7.2 ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน

5.7.3 ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาก็ได้

5.7.4 หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

5.7.5 อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่นคำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

5.7.6 เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2-3 ครั้งไม่ควรปล่อยเวลาให้เสียไป

5.7.7 อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้

5.7.8 พยายามสู่การให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

5.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assessing Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรมีแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

5.8.1 ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างชัดเจน รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ

5.8.2 แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก

5.8.3 ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

5.8.4 หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

5.8.5 ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม

5.8.6 แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสมและมีความเชื่อมั่นเหมาะสม

5.8.7 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

5.8.8 แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

5.9 สร้างและนำไปใช้ (Enhancing Retention and Transfer)

การสร้างและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสร้างมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสดทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.9.1 สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว

5.9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป

5.9.3 เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

5.9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ประการของ Robert Gagné เป็นมโนคติกว้างๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคนิคอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพื้นฐานก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

6. การหาประสิทธิภาพพบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อหรือชุดการสอนอย่างหนึ่ง (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2540) โดยการหาประสิทธิภาพและการนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สื่อมีความมั่นใจว่า เมื่อใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นแล้วนั้นจะเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนจริง การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E) หากจากอัตราส่วนของประสิทธิภาพของกิจกรรมหรืองานที่ได้รับมอบหมาย ($E1$) ต่อ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์โดยพิจารณาจากผลทดสอบ ($E2$) หรือ $E = E1/E2$

การกำหนดเกณฑ์ $E1/E2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสม โดยปรกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น เมื่อเกณฑ์ $E1/E2$ มีความหมายดังนี้

$E1$ คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียน

$E2$ คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบทดสอบหลังเรียน

เมื่อผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วต้องนำไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

ก. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียน 1-3 คนโดยใช้เด็กเก่ง ปานกลาง และเด็กอ่อน ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าจงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุง เนื้อหา สาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตก เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม ทั้งนี้ $E1/E2$ ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

ข. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียน 6 – 10 คน (ละละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง กับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิดทำหน้าจงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบหมายให้ทำ และประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบหมายให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหา สาระ กิจกรรมระหว่างการเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ $E1/E2$ ที่ได้จะมีค่าเท่ากับ 70/70

ค. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น (ปกติใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ในโรงเรียนขนาดเล็กก่อนุโลกให้ใช้กับนักเรียน 15 คนขึ้นไป) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางที่ไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้งจนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าจากเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์

หากสูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

ตัวอย่าง เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่าสื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75/75 เมื่อผลการทดลองเป็น 83.5/85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

การเคลื่อนที่แบบหมุน

1. สารสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบหมุน คือการเคลื่อนที่ของวัตถุแข็งเกร็ง(Rigid body) โดยมวลที่ประกอบกันเป็นวัตถุทั้งก้อนจะเคลื่อนที่รอบจุดร่วมกันจุดหนึ่งที่หยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่อยู่ก็ได้ สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ได้โดยสมการการเคลื่อนที่แบบหมุน ได้แก่ การกระจัดเชิงมุม ความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงมุม ทอร์ก โมเมนต์ความเฉื่อย โมเมนต์เชิงมุม พลังงานจลน์ของการหมุน งานของการหมุน การหมุนเมื่อไม่มีทอร์กจากภายนอกกระทำจะมีการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม และหากไม่มีการสูญเสียพลังงานการหมุนจะอนุรักษ์พลังงาน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกและอธิบายความสัมพันธ์ตัวแปรการเคลื่อนที่เชิงเส้นกับแบบหมุนได้
2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
3. อธิบายและวิเคราะห์ปริมาณทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อย
4. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุที่กำหนดให้ได้
5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์กลัพธ์วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
6. วิเคราะห์และอธิบายโมเมนต์เชิงมุมของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์เชิงมุมได้
7. บอกการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุมได้
8. บอกและใช้สมการงานและพลังงานจลน์ของการหมุนแก้ไขปัญหาสถานการณ์การหมุนที่กำหนดให้ได้
9. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานแก้ไขปัญหาการเคลื่อนที่แบบทั้งเลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกันตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

3. เนื้อหา

เนื้อหา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน แบ่งเนื้อหาเป็น 5 หน่วยดังนี้

3.1 ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน การเคลื่อนที่แบบหมุนของวัตถุ ถ้าพิจารณาในกรณีทั่วๆ ไปจะมีลักษณะซับซ้อน เพราะวัตถุที่หมุนไม่จำเป็นต้องหมุนรอบแกนหมุนที่ตรงไว้ กล่าวคือ แกนหมุนอาจมีการควงหรือส่ายไปด้วยก็ได้ เช่น การหมุนของลูกข่าง พัดลม ในหัวข้อนี้เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา เราจะศึกษาการเคลื่อนที่แบบหมุนของวัตถุรอบแกนหมุนที่วางตัวในแนวเดิม โดยเฉพาะในกรณีแกนหมุนที่ตรงไว้ เช่น การหมุนของวัตถุในระนาบหนึ่งๆ รอบแกนหมุนซึ่งอยู่กับที่

การหมุนของวัตถุรอบแกนหมุนที่ตรงไว้ เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของมวลย่อยที่ส่วนต่างๆ ของวัตถุจะเห็นว่าการเคลื่อนที่ในแนววงกลม เช่นเดียวกับ การเคลื่อนที่ของจุดต่างๆ บนล้อรถจักรยาน มุมที่มวลย่อยนั้นกวาดไปรอบจุดศูนย์กลางการหมุนในช่วงที่เราพิจารณาเรียกว่าการกระจัดเชิงมุม (angular displacement ; θ) เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยคือเรเดียน (radian ; rad)

ความเร็วเชิงมุม (angular velocity ; ω) คือการกระจัดเชิงมุมที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยคือเรเดียนต่อวินาที (rad/s) ทิศของความเร็วเชิงมุมอยู่ในทิศเดียวกับการกระจัดเชิงมุม

ความเร่งเชิงมุม (angular acceleration ; α) คือความเร็วเชิงมุมที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยคือเรเดียนต่อวินาที² (rad/s^2)

สมการการเคลื่อนที่แบบหมุนด้วยความเร่งเชิงมุมคงตัวมีรูปสมการดังนี้

$$1. \omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$2. \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$3. \omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$

$$4. \theta = \left(\frac{\omega_0 + \omega}{2} \right) t$$

เมื่อ t คือ เวลา

O คือ การกระจัดเชิงมุม

ω_0 คือ ความเร็วเชิงมุมตอนต้น

ω คือ ความเร็วเชิงมุมตอนปลาย

α คือ ความเร่งเชิงมุม

3.2 ทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน

ทอร์ก (Torque; τ) หรือ โมเมนต์ของแรง เป็นปริมาณชนิดเวกเตอร์ ทอร์กเป็นผลของแรงที่ทำให้เกิดการหมุนรอบจุดหมุน อาจกล่าวได้ว่าทอร์กคืออำนาจในการเปลี่ยนแปลงการหมุนของวัตถุ มีหน่วย เป็น นิวตันเมตร โดยทอร์กของแรงเขียนเป็นสมการได้ว่า $\tau = r \times F$ และเมื่อมีแรงหลายๆ แรงกระทำต่อวัตถุ ทอร์กของแรงทุกแรงรวมกันจะเรียกว่าทอร์กลัพธ์ ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการหมุนของวัตถุ

เมื่อมีทอร์กลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์จากภายนอกกระทำบนวัตถุ วัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วการหมุนหรือกล่าวว่ามีเปลี่ยนแปลงความเร็วเชิงมุม และอัตราการเปลี่ยนแปลงการหมุนของวัตถุนี้คือความเร่งเชิงมุม ซึ่งจะมีขนาดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลและรูปร่างของวัตถุ ซึ่งหมายถึงวัตถุที่มีมวลและรูปร่างหรือการกระจายมวลต่างกันจะมีความเร่งเชิงมุมต่างกันไป เมื่อพิจารณาทอร์กที่มีขนาดเท่ากันกระทำกับวัตถุ 2 ก้อนที่มีมวลเท่ากันแต่การกระจายมวลต่างกัน วัตถุทั้งสองจะมีความเร่งเชิงมุมไม่เท่ากัน โดยวัตถุที่มีความเร่งน้อยกว่าสามารถด้านการเปลี่ยนแปลงการหมุนได้มากกว่า ปริมาณที่เป็นตัวแทนคุณสมบัติการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงการหมุนเรียกว่าความเฉื่อยต่อการหมุนหรือโมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertial ; I) เป็นปริมาณสเกลาร์

และเมื่อทอร์กลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำกับวัตถุ โมเมนต์ความเฉื่อย I ผลของทอร์กทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการหมุนหรือหมุนด้วยความเร่งเชิงมุม เป็นไปตามสมการ $\sum \tau = I\alpha$ เมื่อ $\sum \tau$ คือทอร์กลัพธ์

3.3 โมเมนตัมเชิงมุมกับการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม

โมเมนตัมเชิงมุม (angular momentum ; \vec{L}) เป็นปริมาณของการเคลื่อนที่แบบหมุน ซึ่งเท่ากับ ผลคูณเชิงเวกเตอร์ระหว่าง เวกเตอร์บอกตำแหน่ง (\vec{r}) กับ โมเมนตัมเชิงเส้นของวัตถุ (\vec{p}) เขียนได้เป็น $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ โดยโมเมนตัมเชิงมุมของวัตถุจะมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ก็ต่อเมื่อมีทอร์กลัพธ์จากภายนอกที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ

หากทอร์กลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุมีค่าเป็นศูนย์แล้ว โมเมนตัมเชิงมุมของวัตถุจะมีค่าคงตัวทั้งขนาดและทิศทาง เรียกว่ากฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม

3.4 งาน พลังงานของการหมุนและการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อวัตถุหมุนอยู่กับที่ จะพบว่าจุดมวลต่างๆ ที่ประกอบเป็นวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่รอบจุดหมุน ซึ่งแสดงถึงจุดมวลต่างๆ นั้นมีพลังงานจลน์ พลังงานจลน์ของการหมุนของวัตถุจึงมีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงานจลน์ของจุดมวลทุกจุดรวมกัน ดังนั้นแม้ว่าวัตถุจะหมุนอยู่กับที่ก็จะมีพลังงานจลน์ของการหมุน ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า พลังงานจลน์ของการหมุน $rotational\ KE = \frac{1}{2}I\omega^2$

และถ้าวัตถุกลิ้ง หรือเคลื่อนที่ไปพร้อมกับการหมุน จะมีพลังงานจลน์ของการเคลื่อนที่เท่ากับ $translational\ KE = \frac{1}{2}mv^2$ พลังงานจลน์รวมของการกลิ้งจะมีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงานทั้งสอง เขียนได้เป็น

$$\text{พลังงานจลน์รวม } KE = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

3.5 การเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน

การเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน เมื่อวัตถุไม่มีการสูญเสียพลังงาน เราเรียกว่าระบบอนุรักษ์พลังงาน พลังงานกล (Mechanical energy) รวมของวัตถุจะเท่ากับ พลังงานจลน์รวม(Kinetic energy; KE) บวกกับพลังงานศักย์(Potential energy; PE) จะมีค่าคงตัว และเขียนเป็นกฎการอนุรักษ์พลังงานได้ว่า

$$(PE + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2)_1 = (PE + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2)_2 = \text{คงตัว}$$

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548: 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

สุวิทย์ หิรัญกานต์ สิริวรรณ เมทีวิรัตน์ และชรินทร์ อินทราภรณ์ (2540: 5) สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา หมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้หรือทักษะ หรือหมายถึงผลของการเรียนการสอนหรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้นๆ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของผลสำเร็จหรือคะแนนที่เกิดจากการผ่านประสบการณ์จัดการเรียนรู้หรือผ่านการประกอบกิจกรรม

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถวัดและประเมิน 2 แนวทางคือการวัดและประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of educational objectives ของ Bloom และ การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment)

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553: 114-121) ได้นำเสนอทฤษฎีพฤติกรรม การเรียนรู้ของ Bloom และมีการจัดพิมพ์ Taxonomy ของ Bloom ฉบับปรับปรุง โดย Anderson และ Krathwohl พร้อมด้วยกลุ่มผู้สนับสนุนอีกจำนวนหนึ่ง ทีมงานปรับปรุงกล่าวว่า Taxonomy ฉบับปรับปรุงนี้สอดคล้องกับจิตวิทยาและการศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงหลายประการนับจากฉบับเดิม เช่น จิตวิทยาด้านการคิด ซึ่งมีความก้าวหน้าและมี

ความสำคัญยิ่งขึ้นต่อการศึกษา มีการเน้นมากขึ้น ในเรื่องการประกันคุณภาพการศึกษาโดยมีมาตรฐานเป็นเป้าหมายการพัฒนา

พฤติกรรมที่ต้องการทำการวัดประเมินผู้เรียน ตาม Bloom's Taxonomy ฉบับปรับปรุง ดังนี้

มิติด้านกระบวนการคิด ประกอบด้วย การคิด 6 ประเภท ได้แก่ จำ เข้าใจ ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ กระบวนการคิดจะระบุเป็นคำกริยา เพื่อสะดวกต่อการ ใช้เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้และประเมินการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ จะใช้คำกริยาจาก มิติกระบวนการคิด และใช้คำนามจากมิติด้านความรู้ เช่น ใช้ความรู้ ใช้กระบวนการ

กระบวนการคิดทั้ง 6 ประเภท ประกอบด้วย การคิดย่อย 19 ประเภท โดยสรุปดังนี้

1. จำ (Remember) กระบวนการคิดนี้เกี่ยวข้องกับการเรียกความรู้จากความจำระยะ ยาวมาใช้ แอนเดอร์สัน และคราธโฮล แบ่งกระบวนการจำเป็น 2 ด้าน แยกจากกัน คือ รู้ระบุ ได้และจำหรือหวนคิดได้

1.1 รู้ระบุได้ (Recognizing) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการระบุการ กระทำหรือเหตุการณ์ โดยมีตัวเร้าภายนอกช่วย เช่น ให้ผู้เรียนบอกคำที่มีความหมาย เหมือนกัน โดยมีรายการคำมาให้จำนวนหนึ่ง

1.2 การจำหรือหวนคิดได้ (Recalling) เป็นขั้นที่สูงกว่า Recognizing กล่าวคือไม่มี ตัวเร้าภายนอก ช่วยในการเรียกความจำ เช่น ให้นักเรียนบอกชื่อนายกรัฐมนตรี 3 คนแรกของประเทศไทย ทั้งนี้ไม่มีรายชื่อ นายกรัฐมนตรีมาให้ ภาระงานเช่นนี้เป็นภาระ งานจำ (Recall Task) อย่างแท้จริง

2. เข้าใจ (Understand) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการรู้ ความหมายจากกิจกรรมการสอนหลากหลาย ประเภทของเข้าใจประกอบด้วยกระบวนการ คิดย่อย 7 ประเภท ได้แก่

2.1 การตีความ (Interpreting)

2.2 การยกตัวอย่าง (Exemplifying)

2.3 การจำแนกประเภท (Classifying)

2.4 การสรุป (Summarizing)

2.5 การบอกนัยพาดพิงหรือการสรุปอ้างอิง (Inferring)

2.6 การเปรียบเทียบ (Comparing)

2.7 การอธิบาย (Explaining)

โดยทั่วไปกระบวนการคิดย่อยเหล่านี้เป็นการถ่ายโอนความรู้ไปเป็นความเข้าใจ (Comprehension) ข้อมูลใหม่บางประการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแผนที่ถนน

3. ใช้ (Apply) กระบวนการคิดนี้เกี่ยวข้องกับการใช้ขั้นตอน วิธีการ วิธีการปฏิบัติ กระบวนการเพื่อปฏิบัติภาระงาน แบ่งเป็นกระบวนการคิดย่อย 2 ประเภท คือ การปฏิบัติ (Executing) และการดำเนินการ (Implementing)

3.1 การปฏิบัติ (Executing) ใช้กับภาระงานที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น ปฏิบัติภาระงานในห้องปฏิบัติการเคมี

3.2 การดำเนินการ (Implementing) ใช้กับภาระงานที่ใหม่สำหรับนักเรียน เช่น นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการจ่ายค่าน้ำหลังใหม่ ในการดำเนินการนักเรียนต้องเลือกจากทางเลือกที่หลากหลาย ซึ่งไม่มีคำตอบทันทีหรือคำตอบที่ชัดเจน หรือถูก-ผิดชัดเจน

4. วิเคราะห์ (Analyze) กระบวนการคิดนี้เป็นทั้งการแยกประเด็นปัญหา หรือโครงสร้างให้เป็นองค์ประกอบย่อย และการได้ข้อสรุปจากส่วนย่อยต่าง ๆ ที่ประกอบเข้าด้วยกัน หรือการบรรลุถึงข้อสรุปของโครงสร้างทั้งหมด กระบวนการคิดนี้ประกอบด้วยกระบวนการคิดย่อย ๆ 3 ประเภท คือ

4.1 การบอกความแตกต่าง (Differentiating) เป็นการวินิจฉัยส่วนต่าง ๆ ที่อยู่แยก ๆ กันให้เห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัด เช่น การแยกระหว่างตัวละครเอก และตัวละครรองในการเล่นละคร

4.2 การสร้าง ทำให้เป็นระบบ การจัดตั้ง การรวบรวม (Organizing) เป็นการตัดสินใจว่าส่วนย่อยต่าง ๆ ประกอบรวมเข้าด้วยกันเป็นทั้งหมดได้อย่างไร

4.3 การวิเคราะห์สาเหตุ (Attributing) เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือค้นหาเจตนาารมณ์ แฝงในการสื่อสาร

5. ประเมินค่า (Evaluate) กระบวนการคิดนี้เป็นการให้นักเรียนตัดสินใจโดยพิจารณาจากมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่กำหนดกระบวนการคิดนี้ประกอบด้วยกระบวนการคิดย่อย 2 ประเภท คือ

5.1 การตรวจสอบ (Checking) เป็นการให้นักเรียนตรวจค้น ตรวจจับสิ่งซ่อนเร้นอยู่ใน (Detect) ข้อสรุปที่ไม่สอดคล้องหรือไม่เป็นเหตุเป็นผลจากชุดข้อมูล เช่น ให้ตรวจสอบข้อสรุปเกี่ยวกับโลกออนไลน์เพื่อหาว่าเป็นการสรุปตามข้อมูลอย่างสมเหตุสมผลหรือไม่

5.2 การวิพากษ์วิจารณ์ (Critiquing) เกี่ยวข้องกับการพิจารณาตัดสิน (Judging) ผลงาน หรือกระบวนการ โดยยึดเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า หรือการจัดทำรายการคุณสมบัติทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

6. สร้างสรรค์ (Create) กระบวนการคิดนี้เป็นการพัฒนาผลงาน หรือความคิดที่เป็นเอกลักษณ์ (Unique) ตลอดจนทำการสังเคราะห์ข้อมูลที่มีปรากฏอยู่แล้ว แอนเดอร์สัน และคราธโฮล ได้เสนอข้อสังเกตว่า นักการศึกษาต้องระบุว่าอะไรคืองานต้นฉบับ (Original) และอะไรคืองานเอกลักษณ์ (Unique) และสิ่งสำคัญที่ต้องทราบคือ จุดประสงค์หลายอย่างในขั้นสร้างสรรค์ ไม่มีทั้งความเป็นต้นฉบับหรือความเป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นเกณฑ์ของกระบวนการคิดสร้างสรรค์จึงมีตั้งแต่การนำสิ่งที่มีอยู่แล้วมาประดิษฐ์ใหม่ (Devising) จนถึงผลงานที่สร้างสรรค์ใหม่จริงๆ กระบวนการคิดนี้แบ่งเป็น 3 ประเภทย่อย คือ การระดมสมอง (สร้าง) การวางแผน และการผลิต

6.1 การระดมสมองหรือสร้าง (Generating) เป็นการให้ได้แนวทางที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา

6.2 การวางแผน (Planning) เป็นการพัฒนาแผนปฏิบัติการเพื่อดำเนินงานให้ได้แนวทางที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา

6.3 การผลิต (Producing) เป็นการทำให้สำเร็จ โดยได้ข้อยุติสุดท้ายของแนวทางแก้ไขปัญหา

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จะเป็นไปตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy ฉบับปรับปรุง โดยเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้าน คือ จำ เข้าใจ ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า สร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีความเกี่ยวเนื่องกัน แต่ต่างกันที่ระยะเวลาและจุดประสงค์ของการวัดและประเมิน ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงในมิติ ดังนี้

ก่อนเรียนหมายถึง ก่อนเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เป็นการจัดหมวดหมู่เนื้อหาในสาระการเรียนรู้เดียวกัน โดยจัดเนื้อหาเรื่องเดียวกันหรือสัมพันธ์กันในหน่วยเดียวกัน การวัดและประเมินก่อนเรียนแต่ละหน่วย เพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้พื้นฐานของผู้เรียนในเรื่องหรือหน่วยนั้น ซึ่งทั้งผู้เรียนและครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการเรียนรู้และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยนั้นได้อย่างเหมาะสม

ระหว่างเรียน หมายถึงการประเมินหลังเรียนจบในแต่ละเนื้อหาที่ประกอบเป็นหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์ของการวัดและประเมินระหว่างเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ จากการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน โดยเทียบกับผลการวัดและประเมินก่อนเรียน การวัดและประเมินระหว่างเรียนจะทำให้ได้ข้อมูลที่บ่งบอกถึงพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ในขณะที่เดียวกันยังสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูด้วย ข้อมูลจากการวัดและประเมินระหว่างเรียนจะเป็นประโยชน์แก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ทั้งผู้เรียน ครูผู้สอน สถานศึกษา และผู้ปกครอง สามารถนำข้อมูล

ดังกล่าวไปพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่แตกย่อยมาจากมาตรฐานการเรียนรู้ และเป็นข้อมูลที่ใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน

หลังเรียน หมายถึงการประเมินหลังจากเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์ของการวัดและประเมินหลังเรียน เพื่อตรวจสอบผลการเรียนของผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ จากการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน โดยเทียบกับผลการวัดและประเมินก่อนเรียนและระหว่างเรียน การวัดและประเมินหลังเรียนจะทำให้ได้ข้อมูลที่บ่งบอกถึงพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ในขณะเดียวกันยังสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูด้วย ข้อมูลจากการวัดและประเมินหลังเรียนมีจุดประสงค์หลักคือใช้ในการตัดสินใจตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน นอกจากนี้ การวัดและประเมินผลหลังเรียนอาจจะเป็นข้อมูลก่อนการเรียนในระดับต่อไป จึงเป็นประโยชน์ทั้งผู้เรียน และครูผู้สอน สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาและปรับปรุงการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและสถานการณ์

3. เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประเมินและตัดสินว่าผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ต้องการเน้นมากน้อยในระดับใด ควรตัดสินจากข้อมูลที่ผ่านมาการวัดโดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้นมีความครอบคลุม และมีความยุติธรรมกับผู้เรียนทุกคน เครื่องมือวัดผู้เรียนมีหลากหลาย ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการวัดและระดับอายุของผู้ถูกวัด สิ่งที่ต้องการวัดสิ่งเดียวอาจใช้เครื่องมือมากกว่า 1 รายการก็ได้ เครื่องมือวัดทางการศึกษามีหลายชนิด เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติ แบบวัดภาวปฏิบัติ แบบสอบถาม แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบสำรวจ แบบประเมินค่า แบบตรวจสอบรายการ แบบบันทึกพฤติกรรม เป็นต้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดทางด้านความรู้ (Cognitive Domain) ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ลักษณะของแบบทดสอบจะมี 2 ประเภท คือ แบบปรนัย (ประกอบด้วย ข้อสอบแบบถูกผิด จับคู่ เต็มคำหรือแบบตอบสั้น และเลือกตอบ) และอัตนัย

3.1 แบบทดสอบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีคำถามเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบให้คะแนนได้ ตรงกันมีคำสั่ง วิธีการปฏิบัติและวิธีการตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน แบบทดสอบปรนัยที่นิยมใช้กัน คือ แบบเลือกตอบ (Multiple choices)

ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยคำถามและคำตอบให้เลือกหลายๆ คำตอบ ข้อสอบประเภทนี้มี 2 ส่วน คือ

1) ตัวนำหรือตัวคำถาม (stem) เป็นข้อความที่เป็นตัวเร้าให้ผู้สอบคิด

2) ตัวเลือก (Choices) เป็นคำตอบหลาย ๆ คำตอบ เพื่อให้ผู้สอบเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง มีทั้งตัวถูก (Key) และตัวลวง (Distracters)

ข้อสอบแบบเลือกตอบที่คั่นตัวเลือกทุกตัวจะมีน้ำหนักพอ ๆ กัน ถ้าผู้ผู้เขียนหรือไม่มีความรู้ในข้อนั้นจริง ๆ จะเห็นว่าถูกหมดทุกข้อ และในการสอบแต่ละครั้งตัวเลือกแต่ละตัวจะมีโอกาสถูกเลือกพอ ๆ กัน นั่นคือ หากมีข้อสอบ 20 ข้อ และมี 4 ตัวเลือก โอกาสที่ตัวเลือก ก ข ค หรือ ง จะถูกเลือกจะเท่ากัน และคำตอบถูกควรจะกระจายกันไปทุกตัวเลือก ไม่ใช่อยู่ที่ตัวใดตัวหนึ่ง

หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

ก. ด้านตัวคำถาม

- 1) เขียนคำถามให้เป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์
- 2) เขียนคำถามให้กะทัดรัด ชัดเจน ตรงจุด ไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย
- 3) ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับผู้สอบ
- 4) คำถามควรเร้าให้ผู้สอบได้ใช้ความคิด
- 5) หลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธซ้อน

- 6) ไม่ควรถามในสิ่งที่เด็กท่องจำจนคล่องปาก
- 7) คำถามแต่ละข้อควรเป็นอิสระจากกัน
- 8) อาจใช้รูปภาพช่วยเพื่อลดความเครียดของผู้สอบ หรือทำให้เข้าใจคำถามดีขึ้น
 - ข. คำนำตัวเลือก
 - 1) คำถามข้อหนึ่ง ๆ ต้องมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวเท่านั้น
 - 2) เขียนให้ทั้งตัวถูกและตัวผิด ถูกผิดตามหลักวิชา
 - 3) เขียนให้ตัวเลือกเป็นอิสระจากกัน
 - 4) เขียนตัวเลือกให้กะทัดรัด ไม่ยืดยาว หรือเพิ่มคำที่ไม่จำเป็น
 - 5) ตัวเลือกต้องเป็นเอกพจน์
 - 6) ตัวเลือกที่ถูกไม่ควรยาวเกินไป
 - 7) จัดตัวเลือกให้เป็นระบบ เช่น เรียงตาม พ.ศ. เรียงจากน้อยไปมาก เป็นต้น
 - 8) หลีกเลี่ยงการเขียนตัวถูกให้พ้องเสียง หรือมีคำหรือข้อความที่ซ้ำกับตัวคำถาม
 - 9) ตำแหน่งของตัวถูกควรกระจายในลักษณะสุ่ม
 - 10) ตัวลวงต้องมีโอกาสเป็นไปได้
 - 11) ไม่ควรมีตัวเลือกประเภท “ถูกหมดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก”

3.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้สามารถแสดงออก โดยใช้ภาษาของตนเอง ในการทำแบบทดสอบประเภทนี้ผู้สอบต้องมีความสามารถในการจัดระเบียบของความรู้ แสดงความคิดริเริ่มและรู้จักการสังเคราะห์ข้อความ ได้อย่างเหมาะสม และสามารถใช้วัดในลักษณะกระบวนการ (Process) ต่าง ๆ ได้ อย่างมากมาย แบบทดสอบอาจจะให้ผู้ตอบเปรียบเทียบ ให้คำจำกัดความ ดีความหรือแปลความ ประเมินผลหรืออธิบายความสัมพันธ์ก็ได้ ดังนั้นในการตรวจให้คะแนนคำตอบแบบทดสอบอัตนัย จึงต้องสร้างเกณฑ์ไว้ให้ดี มีแนวการตรวจตรงกัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539: 86)

1. ประเภทของแบบทดสอบแบบอัตนัย แบบทดสอบแบบอัตนัย ถ้าแบ่งตามลักษณะของความอิสระในการตอบ จะแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ (บุญธรรมกิจปริดาปริสฐ์, 2535: 63)

1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted-response Questions) เป็นคำถามที่จำกัดให้ตอบทั้งเนื้อหา (Content) และรูปแบบ (Form) ของการตอบ โดยจำกัดขอบเขตของเนื้อหาและประเด็นให้ตอบ เช่น

(1) จงเปรียบเทียบความแตกต่างที่สำคัญระหว่างข้อสอบแบบอัตนัยและปรนัยในประเด็นต่อไปนี้

1. ลักษณะการตอบ
2. วิธีการตรวจให้คะแนน

ในบางครั้งก็เป็นการจำกัดความยาวของการตอบ เช่น จำนวนข้อ จำนวนหน้าเป็นต้น

(2) จงยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความเป็นพลเมืองดีมา 5 ข้อ ส่วนดี ของข้อสอบแบบนี้คือ สร้างง่าย ใช้วัดความรู้ ความสามารถเฉพาะจงได้ดี แต่มีความอิสระในการตอบน้อย ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) เป็นแบบคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความสามารถในความคิดได้อย่างกว้างขวางไม่มีข้อจำกัด ผู้ตอบมีอิสระในการที่จะเลือกใช้ความรู้หรือข้อเท็จจริงใด ๆ มาตอบก็ได้ ผู้ตอบเป็นผู้ตัดสินใจในการเลือกประเด็นเอง เน้นเสรีภาพของการแสดงออก ย้ำให้ผู้สอบเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น

(1) จงแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารงานของรัฐบาลชวน หลักกัญ

(2) ท่านคิดว่าประชาชนได้รับประโยชน์อย่างไรบ้างจากการกู้ยืมเงินจากต่างชาติมาใช้ในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ

ข้อจำกัด ของข้อสอบประเภทนี้คือการตรวจให้คะแนนมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำ เนื่องจากผู้สอบสามารถเลือกตอบได้ในหลายๆ ประเด็น แต่มีข้อดีคือผู้สอบมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี

2. หลักในการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย

2.1 ใช้ข้อสอบอัตนัยเมื่อต้องการจะวัดผลการเรียนรู้ระดับสูงหรือซับซ้อน ได้แก่ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมิน โดยต้องการให้ผู้สอบใช้ความคิดเห็น หาสาเหตุมาอธิบาย จัดเรียงเรียงหรือวิจารณ์ต่าง ๆ

2.2 ควรมีเวลาในการสร้างข้อสอบอย่างเพียงพอ ถ้าใช้เวลาน้อยอาจสร้างข้อสอบได้ไม่ดีพอ เพราะการสร้างจะต้องใช้เวลาในการประเมินให้ชัดเจนว่าผู้สอบจะต้องตีความหมายคำถามได้เพียงอย่างเดียว ปัญหาที่ถามจำเพาะเจาะจงชัดเจน และวัดในสิ่งที่ต้องการวัด

2.3 ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ โดยเฉพาะข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพราะข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน เนื้อหาต่างกัน ทำให้ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน ผลการสอบแต่ละคนจึงนำมาเปรียบเทียบกับไม่ได้เพราะตอบข้อสอบคนละข้อกัน

2.4 ควรให้ผู้สอบทราบล่วงหน้าว่า จะใช้ข้อสอบประเภทใดเพราะการเตรียมตัวในการสอบข้อสอบอัตนัยและปรนัยนั้นมีลักษณะแตกต่างกัน การที่ผู้สอบทราบล่วงหน้าจะช่วยให้เตรียมตัวได้ถูกต้อง

2.5 เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าข้อสอบนั้น ๆ ต้องการให้ผู้สอบทำอย่างไรและให้คะแนนหรือเกณฑ์อย่างไร เพื่อผู้สอบจะได้วางแผนการตอบได้เหมาะสม

2.6 พยายามใช้คำถามหลายๆ ลักษณะในแบบทดสอบชุดเดียวกัน ทั้งในลักษณะบรรยายวิเคราะห์ วิจารณ์ และประเมิน เพื่อวัดความรู้ความสามารถในหลายๆ ด้านพร้อมกัน

2.7 ควรให้มีข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหาที่จะวัด ซึ่งจะทำให้ข้อสอบมีความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูงขึ้น ถ้ามีเวลาจำกัดเราอาจเพิ่มข้อสอบให้มากขึ้นโดยจำกัดให้ตอบสั้น ๆ

2.8 ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อช่วยและกระตุ้นให้อยากตอบยิ่งขึ้น

2.9 ควรกำหนดเวลาในการตอบให้เพียงพอ เพราะแบบทดสอบอัตนัยไม่ใช่แบบทดสอบวัดความเร็ว (Speed Test) แต่ก่อนไปทางแบบทดสอบวัดความสามารถสูงสุด (Power Test) ดังนั้นการกำหนดเวลาให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญมาก

2.10 ควรกำหนดจำนวนข้อความยาวในการตอบและความซับซ้อนของข้อสอบให้พอเหมาะกับความรู้อำนาจและความขี้ขลาดของผู้สอบ

2.11 เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วยเลข เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าคำถามที่ตั้งไว้นั้นชัดเจนดีแล้วหรือไม่ เพราะจะทำให้ผู้สอบทุกคนเข้าใจคำถามได้ชัดเจนตรงกัน

3. วิธีการให้คะแนนข้อสอบอัตนัย

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เป็นปัญหาที่ยากและมีข้อบกพร่องที่สำคัญที่ทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำด้วย วิธีการตรวจให้คะแนนแบ่งได้ 2 วิธี (เดื่อนใจ เกตุมา. 2540)

3.1 วิธีจัดอันดับคุณภาพ (Global Scoring หรือ Rating Method) ผู้ตรวจจะอ่านกระดาษคำตอบของผู้เข้าสอบทุกคนเสียก่อนทีละข้อ แล้วจึงนำคำตอบนั้นมาจัดเป็นกลุ่มๆ ตามความสามารถเช่น กลุ่มดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ หรือใช้ไม่ได้ แล้วจึงตรวจคุณภาพของคำตอบในแต่ละกลุ่มอีกที เช่น ในกลุ่มที่ตอบดีมากนั้น ต้องพิจารณากันอีกทีว่า ใครตอบดีกว่ากัน ให้เรียงอันดับของกระดาษคำตอบให้ติดต่อกันไปแล้วจึงให้คะแนน ใครอยู่อันดับแรกก็ให้คะแนนสูงสุด และลดน้อยลงไปตามลำดับ การตรวจแบบนี้จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

3.2 วิธีเทียบเกณฑ์ (Point Method หรือ Analytical Method) การตรวจวิธีนี้จะต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อน โดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อยๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้น ในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจ ในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะนำเอากระดาษคำตอบมาเทียบกับเกณฑ์ เพื่อพิจารณาแนวคำตอบที่ได้กำหนดไว้กับคำตอบใกล้เคียงกันเพียงใด แล้วจึงให้คะแนนเป็นรายบุคคล ในการกำหนดแนวคำตอบนั้น ครูผู้ออกข้อสอบควรจะได้ทำไว้พร้อมๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรกำหนดแนวคำตอบเมื่อจะทำการตรวจให้คะแนน

เพื่อให้การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแบบอัตนัย มีความเชื่อมั่นสูงขึ้น การตรวจให้คะแนนควรปฏิบัติดังนี้

1) ต้องเขียนแนวคำตอบไว้ให้แน่นอนว่า ข้อคำถามนั้นต้องการจะให้ตอบในแนวไหน ควรมีเนื้อหาสาระอะไรบ้าง กำหนดแนวคิดที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการให้คะแนน

2) ใช้วิธีการตรวจที่ให้ความยุติธรรมมากที่สุด โดยจะใช้วิธีเทียบเกณฑ์ หรือวิธีอันดับคุณภาพก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของการให้ตอบ

3) ตรวจให้คะแนนทีละข้อจนครบหมดทุกคนแล้วจึงตรวจข้อใหม่ เพื่อจะได้เปรียบเทียบคำตอบของแต่ละคนได้สะดวกขึ้น

4. ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัย

4.1 ข้อดีของแบบทดสอบอัตนัย

1. ทดสอบความสามารถบางอย่างได้ตรงและเปิดโอกาสให้แสดงความสามารถในการเขียนการใช้ภาษา เพื่อแสดงความคิดโดยตรง

2. สร้างง่ายและรวดเร็ว

3. สามารถวัดเจตคติและส่งเสริมความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

4. เฉลาคำตอบได้ยาก

5. ดำเนินการสอบและความคุมการสอบได้ง่าย

4.2 ข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัย

1. ถามได้บางเรื่องไม่ครอบคลุมเนื้อหาและจุดมุ่งหมายการสอน
2. ความเชื่อมั่นต่ำ (Low Reliability) เพราะเป็นข้อสอบสั้นและจำนวนข้อน้อย
3. ความเที่ยงตรงต่ำ (Low Validity) เนื่องจากแบบทดสอบอัตนัย ครอบคลุมเนื้อหาได้น้อย จึงทำให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ต่ำ
4. มีประโยชน์ใช้สอยต่ำคือตรวจข้อสอบลำบาก ต้องเสียเวลามาก
5. คำตอบแต่ละข้อนำไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงหรือประเมินไม่ได้

4. การหาคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเมื่อสร้างแบบทดสอบแล้วจึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อให้ทราบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพดีเพียงใด ถ้าเครื่องมือไม่มีคุณภาพจะไม่สามารถวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดและเป็นข้อมูลที่เชื่อถือไม่ได้ จะทำให้ การวัดนั้นไม่มีประโยชน์ สิ่งที่มีความสำคัญของแบบทดสอบ คือ อำนาจจําแนก ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น นอกจากนี้เกณฑ์ปกติก็มีความสำคัญที่สามารถบอกระดับความสามารถของผู้ทำแบบทดสอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาความเที่ยง และความเชื่อมั่นรวมถึงเกณฑ์ปกติ ดังนี้

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายอนาคตของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมดก็ได้ (Wainer and Braun, 1988: 20)

4.1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นการตรวจสอบสรุปอ้างอิงถึงมวลงเนื้อหาสาระ ความรู้หรือประสบการณ์ ที่เครื่องมือมุ่งวัดว่ามีความครอบคลุม หรือเป็นตัวแทนมวลงความรู้ หรือประสบการณ์ได้ดีเพียงไร สามารถดำเนินการได้ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 จำแนกตัวแปรให้ครอบคลุมตามแนวคิดหรือวัตถุประสงค์โดยการสร้างตารางวิเคราะห์ประเด็นหรือหลักสูตร และขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือให้มีความครอบคลุมตัวแปรและวัตถุประสงค์ และสามารถตรวจสอบได้โดย 1) ให้ผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์นั้น ๆ ตรวจสอบความเหมาะสมของนิยาม ขอบเขตของเนื้อหา หรือประสบการณ์ที่มุ่งวัด 2) ตรวจสอบเนื้อหาหรือพฤติกรรมบางส่วนว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาหรือพฤติกรรมทั้งหมดหรือไม่ และ 3) เปรียบเทียบสัดส่วนของข้อความว่ามีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อเรื่องที่มุ่งวัดมากน้อยเพียงไร (Bailey, 1987: 67)

4.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการสรุปอ้างอิงโครงสร้างของสิ่งที่มุ่งวัดว่าการวัดได้ผลตรงตามทฤษฎีของโครงสร้างนั้นๆ ได้ดีเพียงไร (Punch, 1998: 101) ที่ตรวจสอบได้ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ได้จากเครื่องมือนี้กับโครงสร้าง และความหมายทางทฤษฎีของสิ่งที่มุ่งวัดด้วยวิธีตัดสิน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มที่ได้ผล หรือวิธีวิเคราะห์เมตริกพหุลักษณะพหุวิธี หรือการวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นต้น

การตรวจสอบว่าข้อสอบนั้นเป็นตัวแทนของขอบเขตเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดหรือไม่ ควรเริ่มจากการตรวจสอบโครงสร้างของตารางวิเคราะห์หลักสูตรในการวางแผน การสร้างข้อสอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นตารางสองทางที่ประกอบด้วยเนื้อหาและพฤติกรรมที่เป็นขอบเขตที่ข้อสอบมุ่งวัด ในการนี้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาหรือครูผู้สอนในรายวิชาและในระดับเดียวกันควรตรวจสอบความเหมาะสมของการกำหนดการสร้างข้อสอบว่าครอบคลุมระดับผลการเรียนรู้ที่สำคัญ และเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหาที่

กำหนดไว้ในหลักสูตร และควรตรวจสอบน้ำหนักหรือจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาและ
พฤติกรรมที่ต้องการวัด ว่ากำหนดไว้เหมาะสมหรือไม่

ในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้มีความเที่ยงตรง มีแนวทางการปฏิบัติเบื้องต้น ดังนี้
(อาชง สุทธสาสน์, 2527: 100-101)

1) ในการกำหนดความหมายของตัวแปรต้องให้มีความสอดคล้องและครอบคลุม
ประเด็นที่ต้องการ โดยใช้แนวคิด ทฤษฎี และคำชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญ

2) การกำหนดข้อคำถามหรือสร้างเครื่องมือวิจัย ควรคำนึงถึงหลักตรรกศาสตร์และ
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นกรอบแนวทาง

3) ให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาเบื้องต้น โดยการพิจารณาความเหมาะสมและความ
ครอบคลุม

4) ระวังความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและการกำหนดความหมายของ
ตัวแปรที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา

การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบ แต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด
โดยใช้วิธีของ Rovinell และ Hambleton คือ นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัด
แต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดตาม
วัตถุประสงค์ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดวัตถุประสงค์นั้น
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดวัตถุประสงค์นั้นหรือไม่
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่วัดวัตถุประสงค์นั้น

หลังจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้ว นำมาหาค่าเฉลี่ยของคะแนนซึ่งจะกำหนดให้เป็น
ค่าดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ที่ระบุไว้ (Index of
Item-Objective congruence) และจะมีค่าอยู่ในช่วง -1.0 ถึง +1.0 โดยที่ค่า -1.0 แสดงถึงการ
ขาดความสอดคล้องในการวัดของข้อสอบข้อนั้นกับวัตถุประสงค์ ส่วน +1.0 แสดงถึงความ

สอดคล้องระหว่างข้อสอบข้อนั้นที่จะสามารถวัดวัตถุประสงค์นั้นอย่างสมบูรณ์ โดยมีข้อกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อที่สามารถนำมาใช้ได้ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นและสำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น ใช้วัดผลและประเมินผลการเรียนของผู้เรียน และเนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดประสบการณ์การเรียนการสอน ในระยะเวลาที่กำหนด เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงต้องมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

4.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่น คือ ความแน่นอนของผลของการวัด ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งผลจะต้องเท่ากัน ภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์เดียวกัน (กังวล เทียนกันท์เทศน์, 2540: 157) เครื่องมือที่เชื่อมั่นได้หมายถึงเครื่องมือนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผันเปลี่ยนแปลงการวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำก็ครั้งก็ได้ผลเหมือนเดิม หรือการวัดแต่ละครั้งจะให้ผลสอดคล้องต้องกัน (ชวาล แพรัตกุล, 2516: 136)

แบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้จะสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ปกติในการสอบแต่ละครั้งคะแนนที่ได้มักไม่คงที่ แต่ถ้าอันดับของผู้สอบยังคงที่เหมือนเดิมก็ยังถือว่าข้อสอบนั้น มีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากความเชื่อมั่นของข้อสอบ หมายถึงความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบของคนกลุ่มเดิมหลายๆ ครั้ง การหาค่าความเชื่อมั่นจึงยึดหลักการสอบหลายๆ ครั้ง แล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการสอบหลายครั้งนั้น ถ้าคะแนนของเด็กแต่ละคนคงที่หรือขึ้นลงตามกันแสดงว่าข้อสอบนั้นมีค่าความเชื่อมั่นสูง การหาความเชื่อมั่นอาจใช้สูตร KR-20 สำหรับแบบทดสอบปรนัย ส่วนแบบทดสอบอัตนัย หรือแบบสอบถามอาจใช้วิธีสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Coefficient - α)

4.2.1 KR-20 เป็นสูตรที่ คูเดอร์และริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson) เสนอเป็นสูตรใช้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการนำแบบทดสอบหนึ่งฉบับไปทดสอบผู้สอบเพียงครั้งเดียว และดำเนินการตรวจให้คะแนนโดยมีข้อกำหนดตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ข้อคำถามในแบบทดสอบจะต้องมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ คือ วัดเนื้อหา

หรือวัดคุณลักษณะเดียวกันและไม่มีอิทธิพลของความเร็วในการตอบเข้ามาเกี่ยวข้อง แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 ในกรณีที่ทราบค่าความยากง่ายของแต่ละข้อคำถามในแบบทดสอบหรือสัดส่วนของผู้ที่ตอบคำถามแต่ละข้อคำถามถูก และความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2538: 65)

4.2.2 วิธีสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เป็นการพัฒนาสูตร KR-20 มาเป็นสัมประสิทธิ์อัลฟา เพื่อให้ใช้ได้กับการให้คะแนนที่ไม่ใช่ 0 กับ 1 และนำมาหาความเชื่อมั่นของ ข้อสอบอัตนัย แบบสำรวจ แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า เป็นต้น

เกณฑ์ในการพิจารณาความเชื่อมั่นนั้น Garrett(1965: 29) เสนอดังนี้

ถ้ามีค่าตั้งแต่ .00- .20	แสดงว่ามีความเชื่อมั่นต่ำมาก
ถ้ามีค่าตั้งแต่ .21- .40	แสดงว่ามีความเชื่อมั่นต่ำ
ถ้ามีค่าตั้งแต่ .41- .70	แสดงว่ามีความเชื่อมั่นปานกลาง
ถ้ามีค่าตั้งแต่ .71-1.00	แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูง

การประเมินความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรงแต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม โดยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นและการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึงสามารถวัดความพึงพอใจได้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจซึ่งนำมาเป็นแนวทางได้ ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 (2538: 588) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่าหมายถึง สมใจ ชอบใจหรือเหมาะสม

หลุยส์ จ้าปาเทศ (2538: 8) กล่าวว่า “ความพึงพอใจ หมายถึงความต้องการได้บรรลุเป้าหมาย พฤติกรรมที่แสดงออกมาก็จะมีความสุข สังเกตได้จากสายตาคำพูดและการแสดงออก

ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์ (2531: 34-36) ได้กล่าวว่า “ความพึงพอใจจัดเป็นทัศนคติที่ต้องผ่านกระบวนการรับรู้และตีความของบุคคล ซึ่งมีการประเมินค่าของสิ่งที่รับรู้ว่าจะชอบหรือไม่ชอบ ประารถนาหรือไม่ปรารถนา พึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ”

มอส (Morse, 1958: 19) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาวะจิตที่ปราศจากความเครียดทั้งนี้เพราะธรรมชาติของมนุษย์มีความต้องการ ถ้าความต้องการได้รับการตอบสนองทั้งหมดหรือบางส่วน ความเครียดก็จะน้อยลง ความพึงพอใจก็จะเกิดขึ้นและในทางกลับกันถ้าความต้องการนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง ความเครียดและความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

วรูม (Vroom, 1964: 8) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงผลที่ได้จากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น ทัศนคติด้านบวกจะแสดงให้เห็นสภาพความพึงพอใจในสิ่งนั้น และทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจนั่นเอง

เชลลี่ (Shelly, 1975: 9) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ ซึ่งสรุปได้ว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึก แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ความรู้สึกในทางบวกและความรู้สึกในทางลบ ความรู้สึกในทางบวกเป็นความรู้สึกที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้เกิดความสุข ความสุขนี้เป็นความสุขที่แตกต่างจากความรู้สึกทางบวกอื่นๆ กล่าวคือเป็นความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับ ความสุขสามารถทำให้เกิดความสุขหรือความรู้สึกทางบวกอื่นๆ ความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อนและระบบความสัมพันธ์ของความรู้สึกทั้งสามนี้ เรียกว่า ระบบความพึงพอใจ

Campbell (1976: 117) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในที่แต่ละคนเปรียบเทียบระหว่างความคิดเห็นต่อสภาพการณ์ที่อยากให้เป็นหรือคาดหวัง หรือรู้สึกว่า

สมควรจะได้รับ ผลที่ได้จะเป็นความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจเป็นการตัดสินใจของแต่ละบุคคล

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปความหมายของความพึงพอใจได้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสิ่งที่บุคคลนั้นเข้าไปเกี่ยวข้องกับเข้าไปมีความคาดหวัง หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และความรู้สึกพึงพอใจจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ ได้รับการตอบสนองในสิ่งที่ตนเองต้องการหรือตั้งเป้าหมายไว้

2. การวัดความพึงพอใจ

เนื่องจากความพึงพอใจ เป็นทัศนคติในทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การที่จะวัดว่าบุคคลมีความรู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ จึงมีความจำเป็นต้องสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการวัดความพึงพอใจนั้น สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2541: 36-42) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ว่า การวัดความรู้สึกนั้นจะวัดออกมาในลักษณะของทิศทาง มีอยู่ 2 ทิศทาง คือ ทางบวกหรือทางลบ ทางบวกหมายถึง การประเมินค่าความรู้สึกไปในทางที่ดี ชอบหรือพอใจ ส่วนทางลบ จะเป็นการประเมินค่าความรู้สึกไปในทางที่ไม่ดี ไม่ชอบ หรือไม่พอใจ และการวัดในลักษณะปริมาณ เป็นความเข้มข้นความรุนแรง หรือระดับทัศนคติในทิศทางที่พึงประสงค์หรือไม่พึงประสงค์นั่นเอง วิธีการวัดมีอยู่หลายวิธี เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบทดสอบ และใช้แบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) วิธีการสังเกต เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบบุคคลอื่น โดยการเฝ้ามอง และจดบันทึกอย่างมีแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่ และยังเป็นที่ยอมรับใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน แต่ก็เหมาะสมกับการศึกษาเป็นรายกรณีเท่านั้น

(2) วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถามโดยการพูดคุยกับบุคคลนั้น ๆ โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้าเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

(3) วิธีการใช้แบบสอบถาม โดยการ ใช้แบบสอบถามที่มีข้อความอธิบายไว้ อย่างเรียบร้อย เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนตอบมาเป็นแบบแผนเดียวกันมักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดทัศนคติ รูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตราวัดทัศนคติ ซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง คือ มาตราส่วนแบบลิเคิร์ต (Likert Scales) ประกอบด้วย ข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลจากมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการวัดความพึงพอใจเป็นการตรวจสอบความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใด สิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอยู่ 2 ทิศทาง คือ ทางบวกหรือทางลบ ถ้าเป็นทางบวก จะแสดงออกมาว่าชอบ พอใจ ถ้าเป็นทางลบจะแสดงออกมาไม่ดี ไม่ชอบ ไม่พอใจ และสามารถใช้เครื่องมือวัดได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกษมพิพัฒน์ โพธิ์ลิป (2551) เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสวนบุญ โยูปถัมภ์ อําเภอเมือง จังหวัดลาพูน จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความพึงพอใจ ผลการศึกษาพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 83.17/85.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์หลังเรียนสูงกว่า

เกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียน มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

จันทน์ อุทิสินธุ์, ยูริย์ วรวิชัยยันต์, ชนกนันท์ บางเลี้ยง และอันัญญู หมวกงาม (2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในภาคการศึกษาที่ 2/2551 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 40 คน จากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 เข้าทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน และทดลองแบบกลุ่มย่อย จำนวน 6 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขสื่อให้มีความสมบูรณ์ ก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 โดยประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินได้ค่าเฉลี่ยทั้งสองด้านเท่ากับ 4.34 1) ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.25/86.12 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 2) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ 3) นักศึกษามีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 ในระดับดี

จรัส บุญยธรรมา, ยูริย์ วรวิชัยยันต์, ชนกนันท์ บางเลี้ยง และ จันทน์ อุทิสินธุ์ (ม.ป.ป.) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3) ศึกษาความคิดเห็นของ นักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร ใน ภาคการศึกษาที่ 1/2551 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนบุรี ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 30 คน จากจำนวน 77 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.50/80.25 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 3) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร ใน ระดับดีและนักศึกษาล้วนใหญ่มีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

คุณฉวี ศรีสองเมือง (2555) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนออนไลน์บนเว็บไซต์ Thinkquest.org เรื่อง การเขียน โปรแกรมภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นกระบวนการ เรียนรู้ของโรเบิร์ต กาย่ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.16/58.10 นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 62 และมีความพึงพอใจโดย รวมอยู่ในระดับมากที่สุด

จันทน์ อุทธิสินธุ์, ชนกันันท์ บางเลี้ยง และอัมพัชร์ หมวกงาม (2556) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ วัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ให้มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ในภาคการศึกษาที่ 1/2554 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนบุรี ได้มา โดยการสุ่มอย่างง่าย พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการให้นักศึกษาทดลองแบบ หนึ่งต่อหนึ่ง และทดลองแบบกลุ่มย่อย เพื่อปรับปรุงแก้ไขสื่อให้มีความสมบูรณ์ การหา

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการวิจัยสรุปว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.00/85.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ 3) คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์นิวเคลียร์ คือ 4.35 อยู่ในระดับมาก

กิตติชัย เกษมสานต์ (2557) ได้ทำการพัฒนาและประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “พื้นฐานการถ่ายภาพ” ตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาเย่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีลำดับการนำเสนอ 9 ขั้นตอน คือ 1) เร่งเร้าความสนใจ 2) บอกวัตถุประสงค์ 3) ทบทวนความรู้เดิม 4) นำเสนอเนื้อหาใหม่ 5) ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ 6) กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน 7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ 8) ทดสอบความรู้ใหม่ และ 9) สรุปและนำไปใช้ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ได้นำภาพถ่ายและวิธีการนำเสนอผ่านตุ๊กตาที่น่าสนใจ ทำให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษา นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดอบรมวิทยากรทั้ง 12 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 สาขาการถ่ายภาพ ก่อนที่จะนำบทเรียนดังกล่าวไปใช้จริง ทำให้บทเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากวิทยากรสามารถถ่ายทอด นำเสนอเนื้อหาได้ตอบ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้มากกว่าการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพียงอย่างเดียว

นิกร หล้าน้อย, พณณา ตั้งวรรณวิทย์และไพศาล สุทธิบรรเจิด (2558) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามหลักการสอน 9 ขั้นตอนของกาเย่ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในอนาคตที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้นอกห้องเรียนได้อย่างไร้ขีดจำกัด ซึ่งจะเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบทบทวนความรู้เดิมและเป็นการเพิ่มกระบวนการเรียนรู้หลากหลายควบคู่กับการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้บทเรียนออนไลน์ตามหลักการสอน 9 ขั้นตอนของ
 กาย่ วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์
 สูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ศักดิ์ดา สุจจริต (2558) ได้ทำการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามกระบวนการเรียนรู้
 ของกาย่ เรื่องการออกแบบสารเพื่อการจำ รายวิชาการออกแบบสาร สำหรับนิสิตระดับ
 ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา จนได้ประสิทธิภาพ 92.83/93.33 ซึ่งเป็นไปตาม
 เกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 90/90 ทั้งนี้เพราะหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นี้ออกแบบตามกระบวนการ
 เรียนรู้ 9 ขั้นตอนของกาย่ ประกอบด้วย 1) ชั้นเร่งเร้าความสนใจ (Gain attention) โดยใช้
 กิจกรรม ภาพ เสียง หรือตัวอักษรในการเร้าความสนใจ 2) บอกวัตถุประสงค์ (Specify
 objective) มีการแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนให้ผู้เรียนทราบก่อน 3) ทบทวนความรู้เดิม
 (Activate prior knowledge) มีกิจกรรมในการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เช่น การทำ
 แบบทดสอบก่อนเรียนหรืออื่นๆ 4) นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present new information) มีการ
 นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบมัลติมีเดีย มีการยกตัวอย่างให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างดี
 ยิ่งขึ้น 5) ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide learning) 6) กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน
 (Elicit response) ในบทเรียนนั้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเป็นระยะๆ และมีกิจกรรมต่างๆ
 กระตุ้นผู้เรียนในปริมาณที่ไม่มากและน้อยจนเกินไป 7) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide
 feedback) ในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพหรือเสียงในเวลาที่รวดเร็ว 8) ทดสอบความรู้
 ใหม่ (Assessment performance) มีการทดสอบความรู้ใหม่ของผู้เรียนได้เรียนไปแล้วภายหลัง
 จบบทเรียน 9) สรุปและนำไปใช้ (Review and transfer) สรุปแนวคิดต่างๆ และแนวทางการ
 นำแนวคิดในบทเรียนไปประยุกต์ใช้

กนกอร สะภา (2559) ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
 ของกาย่ประกอบบทเรียนบนเว็บรายวิชางานธุรกิจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีแนวความคิ
 ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของกาย่ประกอบบทเรียนบนเว็บรายวิชางานธุรกิจ
 เป็นอีกแนวทางเลือกที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจมีสติรู้จักคิดและพิจารณาอย่างสุขุม

รอบคอบใช้ปัญญาความสามารถในการวิเคราะห์วางแผนการทำงานต่างๆอย่างมีขั้นตอนมีการประเมินและปรับปรุงการทำงานให้มีการพัฒนาอยู่เสมอ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 37 คน และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 42 คน ภาคเรียนที่ 2/2557 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของกาเย่ประกอบบทเรียนบนเว็บ รายวิชางานธุรกิจชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/82.70 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของกาเย่ มีคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Karamustafaoglu, O. (2012) ได้ทำการศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion: SHM) การจำลองการเคลื่อนที่ด้วยคอมพิวเตอร์เป็นวิธีการประยุกต์ที่น่าสนใจในการสอนฟิสิกส์ เพราะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ดีกว่าการนึกคิดจินตนาการด้วยตนเอง โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจำลองซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นโดยนักวิจัย การศึกษาได้ดำเนินการในปีการศึกษา 2551-2552 และได้รับการสอนในสองชั้นเรียนที่สอนโดยครูคนเดียวกัน เป็นนักเรียนที่เข้าร่วมแผนการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยสนับสนุนอย่างมากว่าการจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์เป็นทางเลือกของการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับฟิสิกส์

Jose M. Barlis Jr. & Josefin D. Fajardo III. (2013) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อสมรรถนะของผู้เรียน ในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎของโอห์ม การศึกษานี้มุ่งเน้นพัฒนา ตรวจสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในประเด็นดังต่อไปนี้ ความหมาย แผนภาพ แบบจำลอง ภาพเคลื่อนไหว การแก้ปัญหา และการแนะนำวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน งานวิจัยนี้มีการออกแบบงานวิจัยแบบทดลอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบดั้งเดิม สำหรับกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองต่างมีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Ogundaju B. M., Bayo-Lebi D. & Asunbiaro S. C. (2014) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือการวิเคราะห์และแก้ไขจุดอ่อนของนักเรียนด้วยการเปรียบเทียบวิธีการสอนที่ใช้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(กลุ่มทดลอง)และวิธีการสอนตามแบบแผน(กลุ่มควบคุม) โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 50 คน จากโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในเขตพื้นที่รัฐบาลท้องถิ่น ประเทศไนจีเรีย ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบที (*t*-test) ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่าการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกระบวนการเรียนการสอนจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและการเก็บรักษาแนวคิดการเรียนรู้มากกว่าวิธีการสอนตามแบบแผน ดังนั้นเมื่อครูทำการวินิจฉัยความรู้และค้นหาจุดอ่อนของนักเรียน ครูสามารถใช้นวัตกรรมในการช่วยเหลือนักเรียนได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้นจำนวน 115 คน

กลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกนักเรียนชั้น ม.4/1(3) จำนวน 31 คน แล้วนำมาจัดกลุ่มตามความสามารถ โดยใช้เกรดจากวิชา ฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1/2559 เป็นเกณฑ์ โดยกำหนดการจัดกลุ่มแล้วจึงสุ่มจัดกลุ่มดังต่อไปนี้

เกรด 3.0 – 4.0 เป็นกลุ่มเก่ง

เกรด 2.0 – 2.5 เป็นกลุ่มกลาง

เกรด 1.0 – 1.5 เป็นกลุ่มอ่อน

1.1 กลุ่มทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดี่ยว (1:1) สุ่มโดยจับฉลากจากนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มกลางและกลุ่มเก่ง กลุ่มละ 1 คน ได้ 3 คน

1.2 กลุ่มทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่ม (1:10) สุ่มโดยจับฉลากจากนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มกลางและกลุ่มเก่ง กลุ่มละ 2 คน ได้ 6 คน

1.3 นักเรียนที่เหลือจากการสุ่มทั้งสองดังกล่าว จำนวน 22 คน กำหนดให้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)

2. กลุ่มตัวอย่างในการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกนักเรียนระดับชั้น ม.4/1(2) และ ชั้น ม.4/1(4) รวมจำนวน 55 คน

เครื่องมือการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน จำนวน 5 หน่วย บรรจุในหน่วยความจำสำรองของเครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่จะใช้จัดการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 1 ชุด จำนวน 25 ข้อ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 1 ชุด

ผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาย์

มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ผู้วิจัยเลือกสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบนำเสนอเนื้อหา (Tutorial instruction) โดย ศึกษาหลักสูตร เอกสาร ตำรา และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ ทำการวิเคราะห์ขอบข่ายเนื้อหา เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา การวัดและประเมินผลผู้เรียน ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาบทเรียนเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

- 1.1 ปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน
- 1.2 ทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน
- 1.3 โมเมนต์เชิงมุม กับการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม
- 1.4 งาน พลังงานของการหมุนและการอนุรักษ์พลังงาน
- 1.5 การเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน

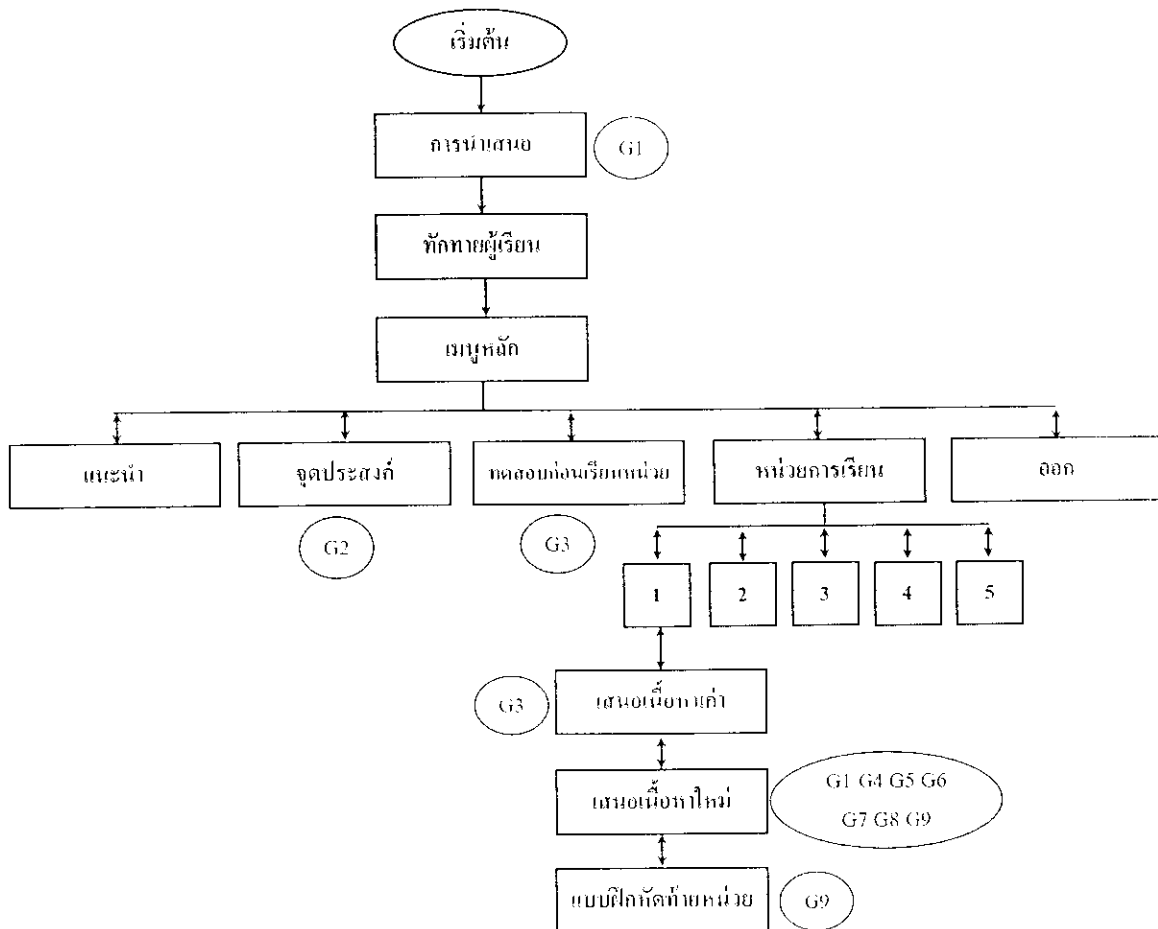
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผล โดยการวัดผลระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบทดสอบอัตนัย และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบปรนัย 25 ข้อ

3. จัดทำผังงาน (Flowchart) โดยลำดับขั้นตอนการทำงานตามผังงานของบทเรียน ที่สอดคล้องกับแนวคิดของโรเบิร์ต กาย่ ในการจัดการเรียนการสอน โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอน 9 ประการ ได้แก่

- 3.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gaining Attention= G1)
- 3.2 บอกวัตถุประสงค์ (Informing Learners of the Objective= G2)
- 3.3 ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Learning= G3)
- 3.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Presenting the Content= G4)
- 3.5 ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing “Learning Guidance” = G5)
- 3.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Eliciting Performance= G6)
- 3.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback= G7)
- 3.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assessing Performance= G8)
- 3.9 สรุปและนำไปใช้ (Enhancing Retention and Transfer= G9)

ซึ่งหลักทั้ง 9 ประการนี้จะประกอบอยู่ในโครงสร้างผังงานแสดงการทำงานของบทเรียน ดังรูปที่ 1.

4. จัดทำสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ของหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย แล้วสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 หน่วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเป็นแบบนำเสนอเนื้อหา และมีขั้นของการฝึกทักษะ (Drill and Practice) มีแบบฝึกหัดในแต่ละบทให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ โดยมีรูปภาพ ตัวหนังสือ กราฟิก เสียงและอื่นๆ สามารถตรวจคำตอบได้ โดยมีข้อกำหนดให้ผู้เรียนเริ่มเรียนจากหน่วยแรกตามลำดับไปจนถึงหน่วยสุดท้าย แต่สามารถกลับมาทบทวนเนื้อหาได้ หากไม่มั่นใจ



รูปที่ 1. แผนผังแสดงการทำงานของบทเรียน

5. หากคุณภาพ ความตรง (Validity) ผู้วิจัยหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) และความตรงตาม โครงสร้าง (Construct validity) โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้าน วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) 2 คน และด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 1 คน รวม 3 คน พิจารณาประเมินคุณภาพของบทเรียนดังนี้

5.1 ประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การประเมินความสอดคล้องด้วยสูตร IOC นี้ เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าองค์ประกอบบทเรียนมีความสอดคล้อง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบบทเรียนมีความสอดคล้อง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าองค์ประกอบบทเรียนไม่มีความสอดคล้อง

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ องค์ประกอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป หมายถึงนำมาใช้ได้ ส่วนต่ำกว่านี้ต้องนำมาปรับปรุง

จากการประเมินความสอดคล้ององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง
2. กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน
4. แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการประเมิน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ มีค่า เท่ากับ 1.0 ทุกประเด็นการตรวจสอบ ดังแสดงในตารางผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในภาคผนวก ก หน้า 123

5.2 ประเมินความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องของแต่ละองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและภาพรวมของบทเรียนโดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2543) ดังนี้

- | | | | |
|---|---------|-------------------------------|------------|
| 5 | หมายถึง | เหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ | มากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | เหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ | มาก |
| 3 | หมายถึง | เหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ | ปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | เหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ | น้อย |
| 1 | หมายถึง | เหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ | น้อยที่สุด |

กำหนดความหมายของผลการประเมิน คะแนนเฉลี่ย

คะแนนอยู่ระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึงเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ มากที่สุด

คะแนนอยู่ระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึงเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ มาก

คะแนนอยู่ระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึงเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ ปานกลาง

คะแนนอยู่ระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึงเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ น้อย

คะแนนอยู่ระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึงเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องในระดับ น้อยที่สุด

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ องค์กรประกอบที่คะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปหมายถึงนำมาใช้ได้ ส่วนต่ำกว่านี้ต้องนำมาปรับปรุง

ผู้วิจัยประเมินตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ใน 6 ประเด็นดังต่อไปนี้

- 1) องค์ประกอบ
- 2) คำชี้แจง
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ
- 5) กิจกรรมฝึกทักษะ

ผลการประเมินความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าทุกหน่วยมีคุณภาพระดับมาก ($\bar{x} = 4.16$) เมื่อพิจารณารายหน่วยการเรียนรู้หน่วยที่ 1 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.18$) , หน่วยที่ 2 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.18$) , หน่วยที่ 3 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.13$) , หน่วยที่ 4 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.18$) และหน่วยที่ 5 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.11$)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านจุดประสงค์การเรียนรู้และด้านแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพมากที่สุดในระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$) คุณภาพรองลงมาตามลำดับ ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ในจอคุณภาพระดับมาก ($\bar{x} = 4.22$) ด้านองค์ประกอบ

คุณภาพระดับมาก ($\bar{x} = 3.99$) ด้านคำชี้แจงมีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 3.98$) และสุดท้ายด้าน กิจกรรมฝึกทักษะมีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 3.89$)

ผลการประเมินความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องของแต่ละองค์ประกอบของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและภาพรวมของบทเรียน เมื่อแยกรายหน่วยพบว่าทุกหน่วยมีคะแนน เฉลี่ยรวมทุกด้านอยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมทุกหน่วยและทุกประเด็นการ ตรวจสอบแล้ว พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ($\bar{x} = 4.16$) โดยประเด็น ที่ 3 จุดประสงค์การเรียนรู้ และประเด็นที่ 6 แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ มีคะแนน เฉลี่ยสูงสุดเท่ากัน ($\bar{x} = 4.43$) ส่วนประเด็นที่ 5 กิจกรรมฝึกทักษะ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{x} = 3.89$) รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 137

6. สร้างและประเมินคุณภาพแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินผลระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบท้ายหน่วยก เร ีเรียนรู้ ตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยสร้างเป็นแบบทดสอบอัตนัยก แล้วทำการประเมินคุณภาพโดยนำเสนอแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ 2 คน และ ด้านวัดและประเมินผลการศึกษา 1 คน รวม 3 คน ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ได้ผล ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ทุกข้อ ดังแสดงในภาคผนวก ข หน้า 157-168

แบบประเมินผลระหว่างเรียนนี้เมื่อสร้างเสร็จแล้วนำไปบรรจุไว้ในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แก้ว จึงนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปพัฒนาผ่านกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นต่อไปนี้

7.1 ทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนทดสอบหาประสิทธิภาพกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้ผู้เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อทดลองและหาข้อบกพร่องต่างๆ และทำการแก้ไขปรับปรุง

7.2 ทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนทดสอบหาประสิทธิภาพกับผู้เรียน 6-10 คน คละผู้เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

เพื่อทดลองและหาข้อบกพร่องต่างๆ ทำการแก้ไขปรับปรุง และตรวจสอบผลการแก้ไขในครั้งแรกว่าข้อบกพร่องจากการทดสอบแบบเดียวหายไปหมดหรือไม่

7.3 ทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทดสอบหาประสิทธิภาพกับผู้เรียนทั้งชั้น เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในทุกชั้น ใช้กลุ่มตัวอย่างที่กำหนดโดยให้นักเรียนเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยจนจบแล้วทำแบบทดสอบท้ายหน่วย จนครบทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ นำคะแนนท้ายหน่วยนี้มาคำนวณเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เมื่อเรียนครบทุกหน่วยแล้ว จึงให้นักเรียนทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนการทดสอบนี้มาคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) ของแต่ละชั้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สร้างเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากตำรา เอกสาร อินเตอร์เน็ต เกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างแบบทดสอบ

2. ศึกษาเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ หลักการ ความคิดรวบยอด และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารคู่มือครู วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกระทรวงศึกษาธิการ หนังสือตำรา PHYSICS Principles with Applications และ Surway Physics

3. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดประสงค์ แล้วทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับระดับพฤติกรรม ดังแสดงในภาคผนวก ข หน้าที่ 145

4. สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามตารางการวิเคราะห์ข้อสอบ แล้วนำเสนอแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) 2 คน และด้านวัดและประเมินผลการศึกษา 1 คน รวม 3 คน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- | | |
|------------|--|
| 1 หมายถึง | เป็นข้อสอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ |
| 0 หมายถึง | ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ |
| -1 หมายถึง | เป็นข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ |

เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกแบบทดสอบมาใช้งานต้องเลือกข้อที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

4. นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ IOC ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม.4/1(1) ปีการศึกษา 2557 ที่เคยเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน แล้วตรวจให้คะแนนรายข้อ นำค่าคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ หาความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ โดยพิจารณาคัดเลือกจำนวนข้อที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่ได้วางแผนไว้ ได้ข้อสอบ จำนวน 25 ข้อ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบแต่ละข้อเพื่อนำไปใช้งาน คือ ความยากง่าย (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ข้อสอบที่คัดเลือก 25 ข้อ และผลการประเมินความสอดคล้อง แสดงไว้ในภาคผนวก ข หน้าที่ 164-154)

5. นำข้อสอบที่คัดเลือกได้ 25 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR- 20 ของ Kuder-Richardson ได้ค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.86 (แสดงไว้ในภาคผนวก ข หน้าที่ 156)

6. นำข้อสอบที่คัดเลือกได้ 25 ข้อ ที่ได้มาจัดทำเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ มีลักษณะเป็น แบบสอบถามแบบ มาตรฐานประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1. ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากเอกสารการวัดและ ประเมินผลต่างๆ

2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ โดยกำหนดค่าระดับความพึงพอใจแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด	มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 5
พึงพอใจอยู่ในระดับมาก	มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 4
พึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง	มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 3
พึงพอใจอยู่ในระดับน้อย	มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 2
พึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด	มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1

กำหนดความหมายของค่าเฉลี่ยของแบบประเมิน(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด	มีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.51 - 5.00
พึงพอใจอยู่ในระดับมาก	มีคะแนนอยู่ระหว่าง 3.51 - 4.50
พึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง	มีคะแนนอยู่ระหว่าง 2.51 - 3.50
พึงพอใจอยู่ในระดับน้อย	มีคะแนนอยู่ระหว่าง 1.51 - 2.50
พึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด	มีคะแนนอยู่ระหว่าง 1.00 - 1.50

3. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและ

ประเมินผลทางการศึกษา 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์ 2 คน รวมจำนวน 3 คน พิจารณา ประเมินคุณภาพ ตรวจสอบสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน +1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน 0
เห็นว่าไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน -1

เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกแบบสอบถามความคิดเห็นมาใช้งาน ต้องเลือกข้อที่มีดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้อง ต่ำกว่า 0.5 นำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีผลการพิจารณาความสอดคล้องค่า *IOC* รวมทุกข้อเท่ากับ 1.00

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่ ที่ปรับปรุงแล้ว ไปสอบถาม นักเรียนกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาคสนาม หลังจัดการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครบทั้ง 5 หน่วย

5. นำผลการตอบแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ Cronbach ได้ค่าเท่ากับ 0.944

วิธีการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองแยกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ขั้นตอนที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนที่ 1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเบ่ ตามสตอรี่บอร์ดและคำแนะนำที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะเสร็จเรียบร้อยแล้วจะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาผ่านขั้นตอนการพัฒนาและทดสอบหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นย่อยจะดำเนินการดังนี้

1. จัดเตรียมสถานที่ในการทดลอง โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์ บรรจุกชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลงในคอมพิวเตอร์ที่จะใช้จัดการเรียนการสอน

2. ผู้วิจัยดำเนินการปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อชี้แจงวิธีการเรียนและดำเนินการจัดการเรียน โดยจัดให้ผู้เรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบพื้นฐานความรู้ก่อนเรียนของนักเรียนที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วตรวจให้คะแนน

4. ให้นักเรียนกลุ่มทดสอบหาประสิทธิภาพแต่ละชั้นเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจะต้องเรียนแต่ละหน่วยไปตามลำดับของบทเรียน โดยผู้วิจัยควบคุมชั้นเรียนด้วยตนเอง หลังจากเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ทันที นำคะแนนผลการตรวจทุกคนและทุกหน่วยมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย แล้วคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มทุกหน่วย กำหนดให้เป็น E1 ของแต่ละชั้นในการทดสอบหาประสิทธิภาพ

5. เมื่อนักเรียนเรียนจบครบ 5 หน่วยแล้ว จึงให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบความรู้หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของคะแนนทุกคน แล้วคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มของแบบทดสอบ กำหนดให้เป็น E2 ของแต่ละชั้นในการทดสอบหาประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้วางแผนกำหนดการการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

ตารางที่ 1 แสดง วัน-เวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลอง	วันที่/เดือน/ปี	เวลา
ขั้น 1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว(1:1)		
หน่วยที่ 1	7 ต.ค. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 2	10 ต.ค. 2559	12.50-14.30 น.
หน่วยที่ 3	14 ต.ค. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 4	17 ต.ค. 2559	12.50-14.30 น.
หน่วยที่ 5	7 พ.ย. 2559	12.50-14.30 น.
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	11 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายหน่วยระหว่างการเรียนรู้แต่ละหน่วย		
ขั้น 2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)		
หน่วยที่ 1	14 ต.ค. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 2	17 ต.ค. 2559	12.50-14.30 น.
หน่วยที่ 3	7 พ.ย. 2559	12.50-14.30 น.
หน่วยที่ 4	11 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 5	14 พ.ย. 2559	12.50-14.30 น.
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	18 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายหน่วยระหว่างการเรียนรู้แต่ละหน่วย		
ขั้น 3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม(1:100)		
หน่วยที่ 1	17 ต.ค. 2559	12.50-14.30 น.
หน่วยที่ 2	7 พ.ย. 2559	12.50-14.30 น.
หน่วยที่ 3	11 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 4	14 พ.ย. 2559	12.50-14.30 น.
หน่วยที่ 5	18 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	21 ธ.ค. 2559	12.50-14.30 น.

การทดสอบหาประสิทธิภาพ 3 ชั้นย่อย ผู้วิจัยสังเกตและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

ขั้น 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย์ ที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว 3 คนที่เตรียมไว้ ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพจับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้างงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจ งานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน พูดคุยสอบถามผู้เรียน แล้วรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามจุดที่ควรปรับปรุงจากนักเรียน ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วทำการปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ตามข้อค้นพบและข้อมูลที่ได้รับจากผู้เรียน

ขั้น 2 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงจากขั้น 1) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม 6 คนที่เตรียมไว้ ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพจับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้างงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจ งานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน และสังเกตปัญหาที่พบในการทดลองขั้น 1) ว่าหายไปหมดหรือไม่ พูดคุยสอบถามผู้เรียน แล้วรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามจุดที่ควรปรับปรุงจากนักเรียน ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วทำการปรับปรุงเนื้อหา สาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ตามข้อค้นพบและข้อมูลที่ได้รับจากผู้เรียนในขั้น 2) นี้

ขั้น 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงจากขั้น 2) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างหาประสิทธิภาพภาคสนาม 22 คนที่เตรียมไว้ ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพจับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกต

พฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าจมน หรือทำท่าทางที่ไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจากระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนและสังเกตปัญหาที่พบในการทดลองขั้น 2) ว่าหายไหมหมดหรือไม่ พุคคุยสอบตามผู้เรียน แล้วรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามจุดที่ควรปรับปรุงจากนักเรียน ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบทุกหน่วยแล้ว นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ ต่อไปผู้วิจัยจะนำมาทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามขั้นตอนดังนี้

1. จัดเตรียมสถานที่ในการทดลอง โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์ บรรจุชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลงในคอมพิวเตอร์ที่จะใช้จัดการเรียนการสอน
2. ผู้วิจัยดำเนินการประชุมนิเทศนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อชี้แจงวิธีการเรียน โดยจัดให้ผู้เรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบพื้นฐานความรู้ก่อนเรียนของนักเรียนที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วตรวจสอบให้คะแนน กำหนดให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน
4. ให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจะต้องเรียนแต่ละหน่วยไปตามลำดับของบทเรียน โดยผู้วิจัยควบคุมชั้นเรียนด้วยตนเอง

5. เมื่อนักเรียนเรียนจบครบ 5 หน่วยแล้ว จึงให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อทดสอบความรู้หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วกำหนดให้เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยวิธีทางสถิติ

ในการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม มีการทดสอบ ก่อนเรียน – หลังเรียน (One sample pre-test – post-test design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 60) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Research Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	O_1	X	O_2

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental group)

O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนทำการทดลอง (Pre-test)

X หมายถึง การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามลำดับดังนี้

1. ขออนุญาต ใช้สถานที่และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จากผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จัดเตรียมสถานที่ และคอมพิวเตอร์ให้พร้อมในการจัดการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ผู้วิจัยดำเนินการปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อชี้แจงวิธีการเรียนและดำเนินการจัดการเรียน โดยจัดให้ผู้เรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบพื้นฐานความรู้ก่อนเรียนของนักเรียนที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วตรวจให้คะแนน

4. ให้นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจะต้องเรียนแต่ละหน่วยไปตามลำดับของบทเรียน โดยผู้วิจัยควบคุมชั้นเรียนด้วยตนเอง หลังจากเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ทันที

5. เมื่อนักเรียนเรียนจบครบ 5 หน่วยแล้ว (จำนวน 10 ชั่วโมง) จึงให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบความรู้หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยวิธีทางสถิติ

8. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

ในการทดลองผู้วิจัยได้วางแผนกำหนดการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดง วัน-เวลา การทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง ม.4/1(2)

การทดลอง	วันที่/เดือน/ปี	เวลา
การทดสอบก่อนทำการทดลอง (Pre-test)	7 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน		
หน่วยที่ 1	9 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 2	14 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 3	16 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 4	21 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 5	23 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
การทดสอบหลังทำการทดลอง (Post-test)	28 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.

ตารางที่ 4 แสดง วัน-เวลา การทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง ม.4/1(4)

การทดลอง	วันที่/เดือน/ปี	เวลา
การทดสอบก่อนทำการทดลอง (Pre-test)	8 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน		
หน่วยที่ 1	10 พ.ย. 2559	10.30-12.10 น.
หน่วยที่ 2	15 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 3	17 พ.ย. 2559	10.30-12.10 น.
หน่วยที่ 4	22 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.
หน่วยที่ 5	24 พ.ย. 2559	10.30-12.10 น.
การทดสอบหลังทำการทดลอง (Post-test)	28 พ.ย. 2559	08.30-10.10 น.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 จากผลการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยของนักเรียนกลุ่มทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) แบบกลุ่ม (1:10) และภาคสนาม (1:100) นำผลการตรวจให้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยทุกหน่วยรวมกันเป็นคะแนนของแต่ละคน แล้วหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ของคะแนนนี้ แล้วคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม กำหนดให้เป็นค่า $E1$ ของแต่ละชั้น

1.2 นำผลคะแนนจากการตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) แบบกลุ่ม (1:10) และภาคสนาม (1:100) มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) แล้วคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม กำหนดให้เป็นค่า $E2$ ของแต่ละชั้นตอน

1.3 นำค่า $E1$ และ $E2$ มาคิดเป็นประสิทธิภาพ ($E = E1/E2$) เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 นำคำตอบจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 25 ข้อ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนน กำหนดให้เป็นคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

2.2 นำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) กำหนดให้ \bar{x} เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย

2.3 เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระ (Dependent sample t -test)

3. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากกระสอบถามกับนักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) รายข้อและรายด้าน

3.2 นำค่าเฉลี่ยรายข้อและรายด้านมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยแบบประมิน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1. ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ใช้สูตร (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และคณะ, 2545)

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

เมื่อ \bar{x} แทน มัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างหรือค่าเฉลี่ยของ x

x แทน ข้อมูลแต่ละตัว

n แทน จำนวนข้อมูล

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ใช้สูตร

(นพพร ธนะชัยจันทร์, 2552: 32)

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

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

3. ความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของ Cronbach

(สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และคณะ, 2545)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_x^2} \right]$$

เมื่อ k แทน จำนวนข้อคำถาม

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

s_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายบุคคล (x)

4. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน $E1/E2$ ใช้สูตร ดังนี้

(มนต์ชัย เทียนทอง, 2548: 202)

$$\text{Efficiency (E)} = \frac{E1}{E2}$$

$$\text{เมื่อ } E1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

$$E2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

โดยที่

$E1$ แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$E2$ แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัด

ΣF	แทน คะแนนรวมของการสอบหลังเรียน
N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกหน่วยของนักเรียน รวมกัน
B	แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

5. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คำนวณจากสูตร KR - 20 ของ Kuder-Richardson (นพพร ณะชัยพันธ์, 2552: 296-297)

$$r_n = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum qp}{s^2} \right]$$

เมื่อ	r_n	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน จำนวนข้อสอบ
	p	แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	q	แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ
	s^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน

6. การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้การทดสอบค่าที กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่มีอิสระ (Dependent sample t -test) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$t = \frac{\Sigma d}{\sqrt{\frac{N \Sigma d^2 - (\Sigma d)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความ มีนัยสำคัญ
	D	แทน ผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	N	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง” ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแยกนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ข้อมูลที่ได้รับเป็นทั้งข้อมูลในเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอข้อมูลเหล่านี้ตามลำดับขั้นของการหาประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 5 หน่วย แต่ละหน่วย ประกอบด้วย แบบทดสอบหลังเรียนที่ผ่านการหาคุณภาพมาแล้ว แบบอัตนัย จำนวนข้อตามความเหมาะสมของเนื้อหา ดังนี้

หน่วยที่ 1 ข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ 15 คะแนน

หน่วยที่ 2 ข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ 20 คะแนน

หน่วยที่ 3 ข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ 15 คะแนน

หน่วยที่ 4 ข้อสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ 15 คะแนน

หน่วยที่ 5 ข้อสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ 15 คะแนน

รวมคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วยทุกหน่วยเท่ากับ 80 คะแนน ซึ่งในองค์ประกอบของบทเรียนจะสอดแทรกหลักการนำเสนอหรือการสอนตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาย์ ทั้ง 9 ประการ ได้แก่

- 1) เร่งเร้าความสนใจ (Gaining Attention)
- 2) บอกวัตถุประสงค์ (Informing Learners of the Objective)
- 3) ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Learning)
- 4) นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Presenting the Content)
- 5) ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing “Learning Guidance”)
- 6) กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Eliciting Performance)
- 7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback)
- 8) ทดสอบความรู้ใหม่ (Assessing Performance)
- 9) สรุปและนำไปใช้ (Enhancing Retention and Transfer)

2. ผลการประเมินคุณภาพ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยในเบื้องต้นตามผังงาน (Flowchart) และสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ที่กำหนดไว้เบื้องต้น ผู้วิจัยหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านความตรงตามเนื้อหา (Content validity) และความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) โดยผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาเพื่อตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการประเมินแสดงในภาคผนวก ก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความ ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีค่า $IOC = 1$ ทุกประเด็นของการตรวจสอบได้แก่

1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง
2. กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน
4. แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

และความเหมาะสม/สมชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรวมทุกหน่วยมีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.16$) ดังแสดงในภาคผนวก ก หน้า 137

3. ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดียวกับนักเรียนกลุ่มทดลอง 3 คน จากข้อมูล (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง หน้า 178) เมื่อตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยนำมาคำนวณหาค่า $E1$ และ คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำมาคำนวณค่า $E2$ ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการทดลอง	คะแนนสอบ		ร้อยละของ ค่าเฉลี่ย
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	
คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย	80	53.33	66.67($E1$)
คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	25	11.67	46.67($E2$)

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E1/E2$) จากการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) คือ 66.67/46.67

3.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มกับนักเรียนกลุ่มทดลอง 6 คน จากข้อมูล (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง หน้า 179) เมื่อตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยนำมาคำนวณหาค่า $E1$ และ คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนำมาคำนวณค่า $E2$ ได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการทดลอง	คะแนนสอบ		ร้อยละของ ค่าเฉลี่ย
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	
คะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย	80	60.33	75.42(E1)
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน	25	18.17	72.67(E2)

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2) จากการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) คือ 75.42/72.67

3.3 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)

การทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนามกับนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับความรู้ร่วมมือจำนวน 21 คน จากข้อมูล(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง หน้าที่ 180) เมื่อตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยนำมาคำนวณหาค่า E1 และ คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนำมาคำนวณค่า E2 ได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนามของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการทดลอง	คะแนนสอบ		ร้อยละของ ค่าเฉลี่ย
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	
คะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย	80	64.81	81.01(E1)
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน	25	20.05	80.19(E2)

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/E2) จากการทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) คือ 81.01/80.19

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับความร่วมมือจำนวน 55 คน จากผลการตรวจให้คะแนนดังแสดงในภาคผนวก จ หน้าที่ 182 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

การทดลอง	<i>n</i>	\bar{x}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	55	7.75	2.398	29.618	.00
หลังเรียน	55	20.00	2.975		

$$p \leq .01$$

จากตาราง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 7.75 และ 20.00 ตามลำดับ ค่า *S.D.* เท่ากับ 2.398 และ 2.975 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลังจากที่นักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครบทุกหน่วย และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการตอบแบบประเมินแสดงในภาคผนวก จ หน้าที่ 187 เมื่อวิเคราะห์รายข้อและรายด้านของข้อคำถามในแบบประเมินแล้วได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่	ประเด็นข้อคำถาม	ผลการวิเคราะห์		
		\bar{x}	S.D.	แปลผล
1	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่าย	3.29	0.51	ปานกลาง
2	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น	3.65	0.93	มาก
3	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	3.65	1.25	มาก
4	เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ชัดเจน และเข้าใจง่าย	3.24	0.40	ปานกลาง
5	แบบฝึกทักษะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้แต่ละตอนมีความเหมาะสม	3.24	0.34	ปานกลาง
6	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	3.88	0.77	มาก
7	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นวิธีการเรียนที่น่าสนใจ	3.53	0.48	มาก
8	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้	3.35	0.25	ปานกลาง
9	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้	4.53	0.45	มากที่สุด
10	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้	3.94	0.51	มาก
	รวมทุกประเด็น	3.63	0.73	มาก

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมทั้ง 10 ประเด็นคำถาม นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x} = 3.63$, $S.D. = 0.73$) เพื่อพิจารณารายประเด็นคำถามพบว่า ประเด็นที่ 9 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจสูงที่สุดในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.53$, $S.D. = 0.45$) และประเด็นข้อคำถามที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดในระดับปานกลาง คือ ประเด็นที่ 4 และ 5 ($\bar{x} = 3.24$, $S.D. = 0.40$) และ ($\bar{x} = 3.24$, $S.D. = 0.34$) ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้วิจัยสรุป อภิปรายผลและเสนอข้อเสนอแนะตามลำดับ ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัย 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาย่ โดยมีประชากรเป็น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 รวมทั้งสิ้นจำนวน 115 คน กลุ่มตัวอย่างทดสอบหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง ห้อง ม.4/1(3) จำนวน 31 คน ผู้วิจัยจับฉลากสุ่มตัวอย่างกลุ่มทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว(1:1) สุ่มจากกลุ่มเก่ง กลาง และอ่อน กลุ่มละ 1 คน ได้ 3 คน ชั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม(1:10) จับฉลากจากกลุ่มเก่ง กลาง และ อ่อนกลุ่มละ 2 คน ได้ 6 คน และชั้นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม(1:100) เป็นนักเรียนที่เกือในห้องนี้ จำนวน 22 คน และกลุ่มทดลอง

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการสุ่มแบบเจาะจงอีกเช่นเดียวกัน โดยเลือกนักเรียนห้อง ม.4/1(2) และ ม. 4/1(4) จำนวน 55 คน

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน แบบนำเสนอเนื้อหา (Tutorial instruction) จำนวน 5 หน่วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ จำนวน 25 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิธีการดำเนินการทดลองมี 2 ตอนได้แก่ 1) การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 3 ชั้น แต่ละชั้นให้นักเรียน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เข้าสู่หน่วยเรียนที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ สุดท้ายจึงให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน การเรียนในแต่ละหน่วยให้นักเรียนเรียนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โดยจัดให้นักเรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง 2) การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทดลองเช่นเดียวกับในขั้นของการหาประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนท้ายสุดให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการดำเนินการวิจัยทั้งหมด ทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย์ ที่มีประสิทธิภาพ 81.01/80.19 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 เมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ โดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นและพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจ เฉลี่ยทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.63$)

อภิปรายผล

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง มีประเด็นอภิปรายดังต่อไปนี้

1) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งแสดงถึงการนำเสนอเนื้อหาหรือจัดการเรียนรู้ตามหลักการของโรเบิร์ต กาย่ มีผลทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพที่ดี ทั้งนี้การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี หากได้มีการใช้สื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและการส่งเสริมเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีแล้ว ย่อมก่อให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้อันมีประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น (พิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์, 2545) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction, CAI) เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างอิสระ และเพิ่มประสิทธิภาพ เป็นสื่อการสอนที่ประกอบด้วยข้อความ สื่อวิทัศน์ และเสียง ควบคู่กับการเลือกใช้ภาพประกอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย มีความคล่องในการจำ ช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและตั้งใจเรียน ทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่กำหนด และยังมีแบบฝึกหัดที่ช่วยให้ผู้เรียนทบทวนเนื้อหาความรู้และโต้ตอบกับบทเรียนได้ ซึ่งอยู่บนหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ความสำคัญกับความเป็นปัจเจกบุคคล (จิณพิชญ์ชา มะมม, 2557) อีกทั้งเป็นการเปิดประตูการศึกษาจากห้องเรียนสู่โลกแห่งการเรียนรู้กว้างใหญ่ไร้ขีดจำกัด สนับสนุนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการถ่ายโอนความรู้จากความรู้และประสบการณ์เดิมสู่การเรียนรู้ใหม่ เสริมสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ในมิติที่ไม่จำกัดขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลา และสถานที่ (ไชยชศ เรื่องสุวรรณ, 2553: 17)

สำหรับทฤษฎีการเรียนรู้ของกาย่ จัดอยู่ในกลุ่มผสมผสาน (Gagné's eclecticism) สามารถนำมาใช้นำมาใช้ในระบบการเรียนการสอนได้โดยตรง โดยการสร้างสถานการณ์หรือเหตุการณ์เพื่อสร้างความตั้งใจแก่ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเกิดความสนใจและตั้งใจที่จะเรียนแล้ว ผู้สอนก็แจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนให้แก่ผู้เรียน โดยพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ได้เรียนมาก่อนหน้ากับความรู้ใหม่ให้เข้ากันได้ จากนั้นก็เสนอ

บทเรียนใหม่ มีการแนะนำขึ้นแนวทางในการเรียนเพื่อจะให้เกิดการเรียนรู้ สร้างกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมที่ปฏิบัติจริงและแจ้งผลปฏิบัติงานให้นักเรียนทราบเป็นระยะเพื่อเป็นการประเมิน และมีการสรุปเสริมบทเรียนเพื่อสร้างความแม่นยำและการถ่ายโยงความรู้ไปใช้กับสิ่งอื่นๆ ได้ สอดคล้องกับที่นิกร หล้าน้อย, พงณา ตั้งวรรณวิทย์และไพศาล สุธิบรรเจิด (2558) ได้สรุปว่าการใช้เทคนิคการสอน 9 ขั้น ของโรเบิร์ต กาเยในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนไว้บรรลุตามจุดประสงค์และมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถถ่ายทอดประสบการณ์จากที่เรียนมาได้มีการเปิดกว้างทางความคิดให้แก่ผู้เรียนให้สามารถคิดและวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ที่เรียนมา ในส่วนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนจะคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ

2) ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง พบว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา และหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย และ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนนี้ เป็นเรื่องที่ท้าทายต่อนักเรียน และเป็นองค์ความรู้ที่มีความยากง่ายสอดคล้องและเหมาะสมกับวัย และพัฒนาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 การนำเสนอเนื้อหาโดยยึดหลักการเรียนรู้ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย ทั้ง 9 ขั้น จะเห็นว่าสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเสนอเนื้อหาเดิมที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเพื่อทบทวน แล้วนำเสนอเนื้อหาใหม่ที่มีหลักการเดียวกันมาเปรียบเทียบกัน จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังที่ กิตติชัย เกษมสานต์ (2557) ที่กล่าวว่าคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น มาใช้ในการเรียนการสอน ในลักษณะการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทุกที่ทุกเวลาโดยที่ไม่มีผู้สอนคอยกำกับ และยังเพิ่มประสิทธิภาพและความสนใจเนื้อหาที่เรียน เนื่องจาก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแสดงผลทั้งตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายและดนตรีประกอบซึ่งมีปฏิสัมพันธ์สามารถตอบโต้ได้ ทำให้ การเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากขึ้น ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับ เกษมพิพัฒน์ โพธิ์ลิป (2551) ที่พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.17/85.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และเมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวมาใช้กับนักเรียนพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยรวมอยู่ในระดับมาก อีกทั้งจันทน์ อุทธิสินธุ์, ยูริย์ วรวิชัยยันต์, ชนกนันท์ บางเลี้ยง และอัมพัญ หมวกงาม(2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 2 โดยนำมาทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่าได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 ที่มีประสิทธิภาพ 89.25/86.12 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และเมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวมาใช้กับนักศึกษ พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษามีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 2 ในระดับดี สอดคล้องกับจรัส บุญขรรรมา, ยูริย์ วรวิชัยยันต์, ชนกนันท์ บางเลี้ยง และ จันทน์ อุทธิสินธุ์ (ม.ป.ป.) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร ผลการวิจัยสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.50/80.25 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร ในระดับดี สอดคล้องกับจันทน์ อุทธิสินธุ์, ชนกนันท์ บางเลี้ยง และอัมพัญ หมวกงาม (2556) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนา

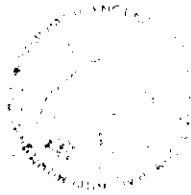
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ซึ่งนำมาทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.00/85.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์นิวเคลียร์อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับ Karamustafaoglu, O. (2012) ที่ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion : SHM) ผลการทดลองพบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยสนับสนุนอย่างมากว่าการจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์เป็นทางเดียวของการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับฟิสิกส์ สอดคล้องกับ Jose M. Barlis Jr. & Josefin D. Fajardo III. (2013) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อสมรรถนะของผู้เรียน ในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎของโอห์ม โดยมุ่งเน้นพัฒนา ตรวจสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในประเด็นดังต่อไปนี้ ความหมาย แผนภาพ แบบจำลอง ภาพเคลื่อนไหว การแก้ปัญหา และการแนะนำวิธีการแก้ปัญหา เป็นลำดับขั้นตอน งานวิจัยนี้มีการออกแบบงานวิจัยแบบทดลอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบดั้งเดิม สำหรับกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองต่างมีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นสื่อที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดและพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เราจึงควรมีสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องต่าง ที่มีคุณภาพและ

มาตรฐาน ให้นักเรียนที่ขาดโอกาสได้พัฒนาตนเองได้ หรือนักเรียนที่ต้องการฝึกฝนทักษะของตนเองเป็นพิเศษได้ใช้อย่างหลากหลาย

2. ปัจจุบันเรายังคงขาดแคลนบุคลากรครูและยังมีครูบางส่วนที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาที่สอนอยู่บ้าง การจัดการศึกษาในส่วนกลางอาจใช้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นมาตรฐานกลาง เพื่อให้ครูและนักเรียนที่ด้อยโอกาสได้ใช้เรียนรู้ เพื่อสร้างโอกาสทางการศึกษา โอกาสในการเจริญงอกงามให้กับนักเรียนที่มีสมรรถนะสูง อีกทางหนึ่ง



บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2535. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์สถานันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กั้ววล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2540. การวัด การวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. ศูนย์หนังสือเสริมกรุงเทพ.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2543. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. เอ็ดดิสันเพรส โพรดักส์.
- กิตติชัย เกษมसानต์. 2557. การพัฒนาและประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “พื้นฐานการถ่ายภาพ” ตามแนวคิดของโรเบิร์ต กาเย่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. 15(18): 194-205.
- เกษมพิพัฒน์ โพธิ์ลิป. 2551. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. จังหวัดลำพูน. โรงเรียน ส่วนบุญโญปถัมภ์.
- จรัส บุญยธรรมา. ยูริย์ วรวิชัยยันต์. ชนกนันท์ บางเลี้ยง และ จันทนี อุทธิสินธุ์. ม.ป.ป. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 1 สำหรับวิศวกร. ปทุมธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- จันทนี อุทธิสินธุ์. ชนกนันท์ บางเลี้ยง และอัญญ์ หมวกงาม. 2555. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5.
- จันทนี อุทธิสินธุ์. ยูริย์ วรวิชัยยันต์. ชนกนันท์ บางเลี้ยง และอัญญ์ หมวกงาม. 2551. รายงานผลโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ 2. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- จินพิชญ์ชา มะมม. 2557. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: เทคโนโลยีการศึกษาเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะสำหรับนักศึกษาพยาบาล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(2): 285-293.
- ชวาล แพร่ตฤกล. 2515. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ. วัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรามวงศ์. 2540. เทคโนโลยีการศึกษา. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการศึกษาพัฒนา สรร หน่วยที่ 1-5 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี. สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2553. การออกแบบพัฒนาโปรแกรมบทเรียนและบทเรียนบนเว็บ.

- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2553. การออกแบบพัฒนาโปรแกรมบทเรียนและบทเรียนบนเว็บ.
พิมพ์ครั้งที่ 14. มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- คุณฤๅ ศรีสองเมือง. 2555. การพัฒนาบทเรียนออนไลน์บนเว็บไซต์ Thinkquest.org เรื่อง การ
เขียนโปรแกรมภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ของ โรเบิร์ต
กาย์. ที่มา: https://satit3.msu.ac.th/dmsu/data/file_up/20150128133128.pdf.
- เดือนใจ เกตุยา. 2540. การสร้างแบบทดสอบ 1 (Test Construction 1). พิมพ์ครั้งที่ 5.
กรุงเทพฯ. ฟ้าห่มส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- นพพร ณะชัยจันทร์. 2552. สถิติเพื่อการวิจัย ฉบับเสริมการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Microsoft
Excel. เชียงราย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- นิกร หล้าน้อย, พงณา ตั้งวรรณวิทย์ และไพศาล สุทธิบรรเจิด. 2558. การพัฒนาบทเรียน
ออนไลน์ตามหลักการสอน 9 ขั้นตอนของกาย์วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานสืบเนื่องจากการ
ประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนองานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ (Proceedings)
เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ ภาคเหนือ ครั้งที่ 15.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ. สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจไพฑูริศสุทธิ. 2535. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. B&B Publishing.
- ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2531. ความพึงพอใจของประชาชนในกรุงเทพมหานครต่อกระบวนการ
ยุติธรรม. กรุงเทพฯ. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525, 2538. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ. บริษัท
โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.
- พิมพ์ันท์ เตะทะคุปต์. 2548. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ.
เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- พิมพ์ันท์ เตะทะคุปต์. 2545. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ. พัฒนาคุณภาพ
วิชาการ.
- พิมพ์ันท์ เตะทะคุปต์ และ เพียว์ ยินดีสุข. 2548. วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป.
กรุงเทพฯ. พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ภาสกร เรืองรอง และคณะ. 2557. เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21. วารสาร
ปัญญาภิวัตน์ ปีที่ 5 ฉบับพิเศษประจำเดือนพฤษภาคม 2557.

- ภาสกร เรืองรอง, ม.ป.ป. การสร้างความสัมพันธ์หลักสูตรการเรียนการสอนกับ WBI.
 [Online].ที่มา: http://www.thaiwbi.com/topic/Course_relation/.
- มนต์ชัย เทียนทอง. 2548. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์
 ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2538. ประมวลสาระชุดวิชาวิทยานิพนธ์ 2 แขนงวิชา
 หลักสูตรและการสอน. นนทบุรี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2545. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม.
 ปรินธิญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรี
 นครินทร์วิโรฒ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ. ชมรมเด็ก.
- วีรวัฒน์ ยอดมัน, วิสูตร โพธิ์เงิน. 2558. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ เรื่อง ทฤษฎีสี่เพื่อการเรียนรู้ศิลปะ ประเภทกิจกรรม
 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. Veridian E-Journal, Slipakorn
 University. ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ. 8(3).
- วุฒิชัย ประสารสอย. 2547. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา.
 พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เม็ดทรายพรินติ้ง.
- ศักดา สุจริต. 2558. การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามกระบวนการเรียนรู้ของกาเข้ เรื่อง
 การออกแบบสารเพื่อการจำ รายวิชาการออกแบบสาร สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี
 สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม. 11(1).
- ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534. แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสาร
 Computer review. 8(78).
- สมนึก กัททัยชนิ. 2541. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. ไทยวัฒนาพานิช.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2553. ชุดฝึกอบรม การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์
 ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: คู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา.
 กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. 2553. การเปลี่ยนแปลงโลกของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาสู่ “ครุมืออาชีพ” ใน สุดาพร ตักขณินยานวิน (บรรณาธิการ) การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง สมาคมเครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์, เตือนใจ เกตุษา และ บุญมี พันธุ์ไทย. 2545. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- สุวิทย์ หิรัญยกานต์ สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์ และ ชรินทร์ อินทิวาภรณ์. 2540. พจนานุกรมศัพท์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ. ไฮคิวบุ๊กเซนเตอร์.
- เสถียร หอศิลาชัย. 2552. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสาระดนตรี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความรู้เรื่องเครื่องดนตรีไทย. งานวิจัยโรงเรียนชุมชนบ้านหัวขัว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 2.
- เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และ อเนกกุล กริแสง. 2522. หลักเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- หลุย จำปาเทศ. 2533. จิตวิทยาการจงใจ. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์สามัคคีสาส์น.
- อาธง สุทธาศาสน์. 2527. ปฏิบัติการวิจัยสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ. เจ้าพระยาการพิมพ์.
- Bailey, Kenneth D. 1987. Methods of social reearch. New York, London, The Free Press.
- Campbell, R. F. 1976. Administration Behavior in Education. New York. McGraw Hill.
- Douglas C. Giancoli. 1987. Physics Principles with Applications. 3rd ed. USA.
- Gagne, R.M., & Karen Medsker. 1996. The Conditions of Learning: Training Applications. Forth Worth, TX. Harcourt Brace College Publishers.
- Garrett, Henry E. 1965. Testing for Teachers. 2nd ed. New York. American Book Company.
- Hussain, L., Nawaz, A., Abbas, A., Khan, A. N., & Khan, M. A. 2014. A Gender Based Comparative Study of Teaching Physics Through CAI and Ordinary Leture Method. Gomal University Journal of Research. 30(1): 44-55.

- Jose M. Barlis Jr. & Josefin D. Fajardo III. 2013. Effectiveness of Simulation and Computer Assisted Instruction (CAI) on the Performance of Students under Regimental Training on Selected Topics in Physics II. *International Journal of Applied Physics and Mathematics*. 3(1): 82-86.
- Karamustafaoglu, O., Aydin, M., Ozmen, H. 2005. The Effect of Computer-Based Physics Activities on Student: The Example of Simple Harmonic Motion. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 4(4): 67-81.
- Morse, N.C. 1953. Satisfaction in the white collar job. Ann Arbor. University of Michigan Press.
- Punch, K. F. 1998. Introduction to Social Research: Quantitative and Qualitative Approaches. London. Sage.
- Samuel N. Jesse, Nicholas V. Twoli & John N. Maundu. 2014. Enhancement of Science Performance through Computer -Assisted Instruction among Selected Secondary School Learners in Kenya. *Kentucky Journal of Excellence in College Teaching and Learning*. 12(4): 40-51.
- Serway, Raymon A. 1992. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. 3rd ed. Updated Version, Tokyo. Holt-Saunders Japan.
- Shelly, Maynard W. 1975. *Responding to Social Change*. Pennsylvania: Dowden Hutchinson.
- UNESCO. 1996. *World Science Report 1996*. Paris. UNESCO Publishing.
- Vroom, V. H. 1964. *Work and motivation*. New York. Wiley.
- Wainer, H., & Braun, H. I. 1988. *Test validity*. Hillsdale. NJ. Lawrence Erlbaum.

ภาคผนวก

.

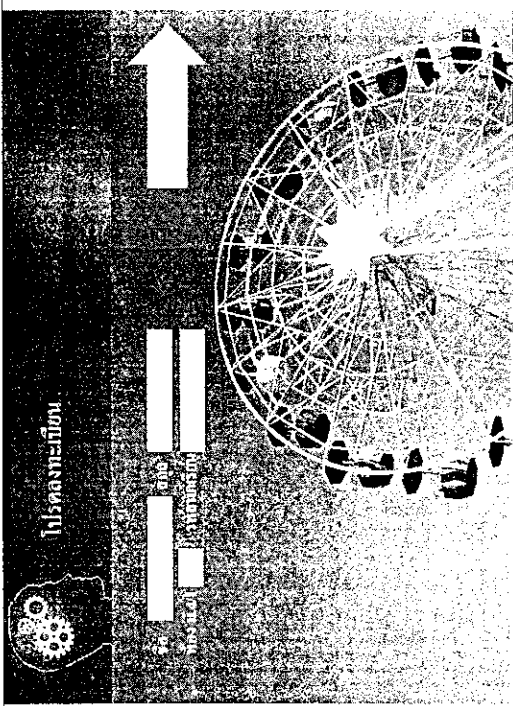
ภาคผนวก ก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน
ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย่ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
(ตัวอย่าง หน่วยที่ 1)

- ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบตรวจสอบคุณภาพ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน
(หน่วยที่ 1)

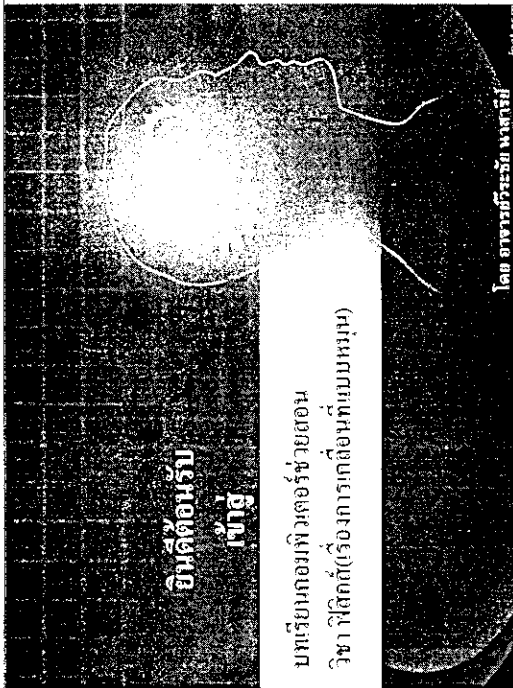


ทดสอบก่อนเรียน

นักเรียนโปรดทำแบบทดสอบก่อนเรียน

- ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนนี้ ขอความร่วมมือให้นักเรียนตั้งใจทำทุกข้อเพื่อจะได้ทราบระดับความเข้าใจที่แท้จริงมีอยู่

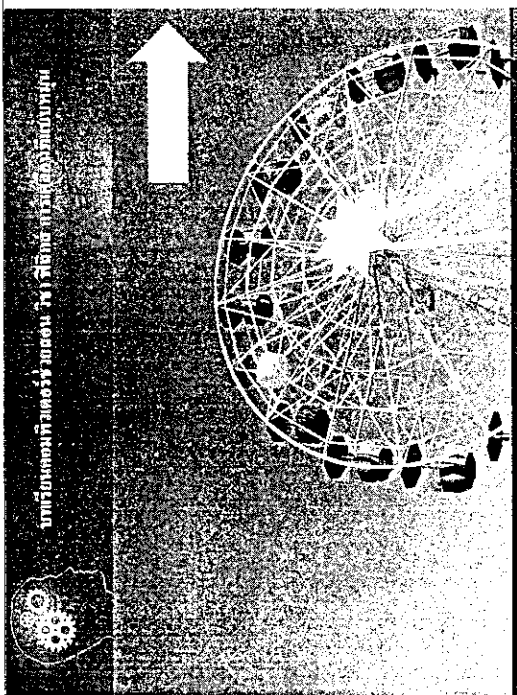
ด้วยความขอบคุณ



จุดประสงค์

1. บอกและอธิบายความสัมพันธ์ได้ระหว่างการเคลื่อนที่เชิงเส้นกับแบบหมุนได้
2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและหาขนาดการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์ตามการตั้งคำถามที่ได้
3. อธิบายและวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบหมุนด้วยความเฉื่อย
4. หาค่ามุมทอร์กในแนวตั้งฉากของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ได้
5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์กที่วิเคราะห์หาสมการเชิงเส้นที่คำนวณได้
6. วิเคราะห์และอธิบายโมเมนต์เฉื่อยของวัตถุและการเคลื่อนที่แบบหมุนแบบเต็มเชิงมุมได้
7. บอกการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการอนุรักษ์เชิงมุมได้
8. บอกและใช้สมการงาน พลังงานของของกลไกของอนุภาคเชิงปัญหาตามการตั้งคำถามที่ถามได้
9. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกับปัญหาการเคลื่อนที่แบบตั้งเชิงเส้นและแบบหมุนพร้อมกันตามสมการที่ถามได้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา วิชาฟิสิกส์ การเคลื่อนที่แบบหมุน



ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบหมุน

- หน่วยที่ 1
- หน่วยที่ 2
- หน่วยที่ 3
- หน่วยที่ 4
- หน่วยที่ 5

ผลการเคลื่อนที่แบบหมุน

ทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน

โมเมนต์เชิงมุม การอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม

งาน พลังงานของ การหมุนและการอนุรักษ์พลังงาน

การเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน

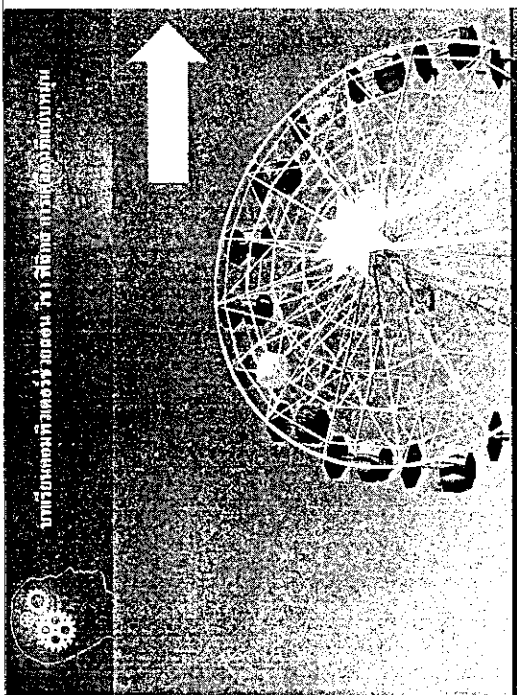
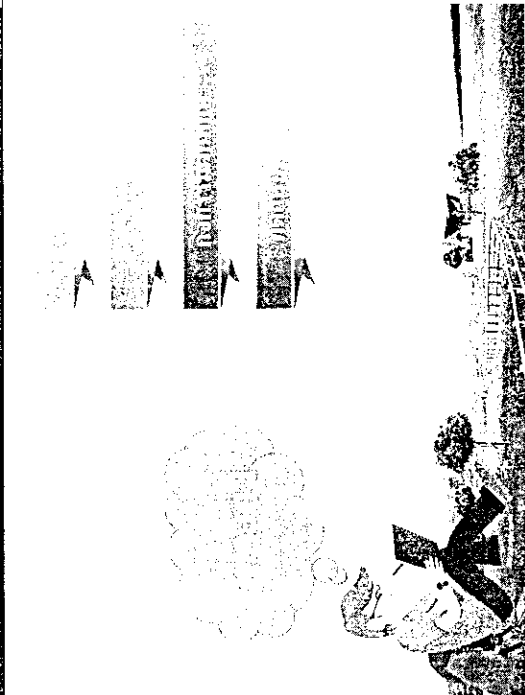
ย้อนกลับ


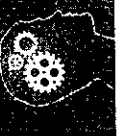
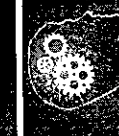
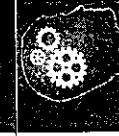
ถัดไป

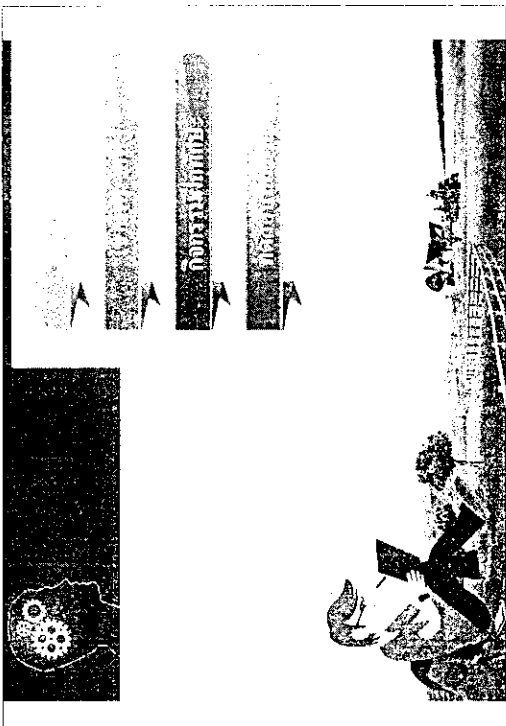
จุดประสงค์การเรียนรู้ หน้าที่

1. บอกและอธิบายความสัมพัทธ์ตัวแปรการเคลื่อนที่เชิงเส้นกับแบบหมุนได้
2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา วิชาฟิสิกส์ การเคลื่อนที่แบบหมุน

 <p>แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1</p> <p>คำแนะนำ : ให้นักเรียนเขียนคำตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้</p> <p>ข้อที่ 1</p> <p>จงเขียนสมการการเคลื่อนที่แนวตรงของกรณีต่อไปนี้</p> <p>1.1 ความเร่งเป็นศูนย์ 1.2 ความเร่งคงตัว</p>	 <p>แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1</p> <p>คำแนะนำ : ให้นักเรียนเขียนคำตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้</p> <p>ข้อที่ 1</p> <p>จงเขียนสมการการเคลื่อนที่แนวตรงของกรณีต่อไปนี้</p> <p>1.1 ความเร่งเป็นศูนย์ 1.2 ความเร่งคงตัว</p>
 <p>แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 2</p> <p>คำแนะนำ : ให้นักเรียนเขียนคำตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้</p> <p>ข้อที่ 2</p> <p>จงเขียนคำอธิบายความหมายของคำแปลเหล่านี้</p> <p>2.1 การกระจัด 2.2 ความเร็ว 2.3 ความเร่ง</p>	 <p>แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 2</p> <p>คำแนะนำ : ให้นักเรียนเขียนคำตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้</p> <p>ข้อที่ 3</p> <p>รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว ความเร็วต้นมีขนาด 5 m/s เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 100 เมตรในเวลา 5 วินาที ต้องการหาขนาดความเร่ง จะใช้สมการใด</p>

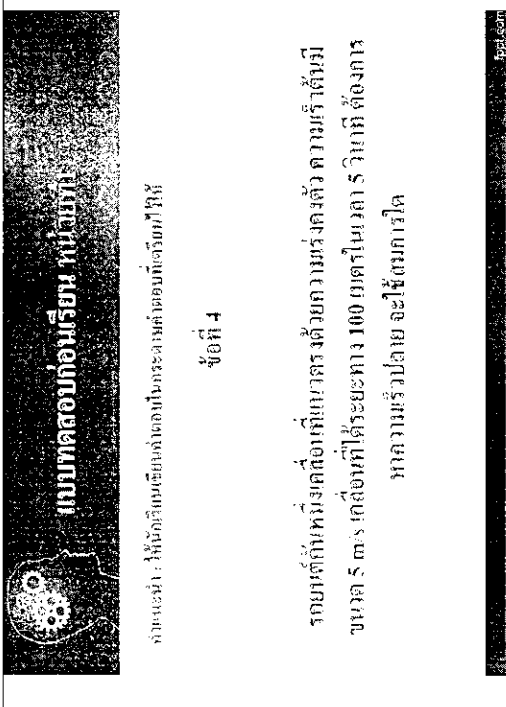


แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ ๑

คำแนะนำ : ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้

ข้อที่ ๑

รอยเท้าที่เห็นคือรอยเท้าใครบ้าง ช่วยวาดรูปตามรอยเท้าที่มี
ขนาด 5 cm เกลือกที่ไต่ระยะทาง 100 เมตรในเวลา ๑ วินาที ต้องการ
หาความเร็วปลาย จะใช้สมการใด



แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ ๑

คำแนะนำ : ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้

ข้อที่ ๑

รอยเท้าที่เห็นคือรอยเท้าใครบ้าง ช่วยวาดรูปตามรอยเท้าที่มี
ขนาด 5 cm เกลือกที่ไต่ระยะทาง 100 เมตรในเวลา ๑ วินาที ต้องการ
หาความเร็วปลาย จะใช้สมการใด

G3 หน่วยที่ 1

บททวนการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น

นักเรียนได้เรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นมาแล้ว และได้รู้จักปริมาณต่างของ
การเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น นักเรียนจำและรู้ความหมายของปริมาณใดบ้าง
(ก่อน Check ให้รูปภาพให้นักเรียนเขียนตัวแปรของปริมาณเชิงเส้นที่นักเรียนรู้จัก
ไว้ที่หน้ากักสุดท้ายได้หะครับ)

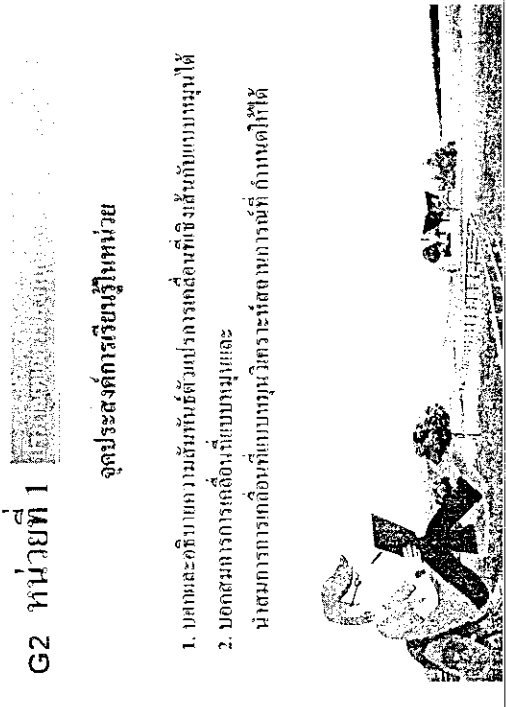
ปริมาณเหล่านี้ไม่ได้มี :
L s u v a m F P E_k E_p

?

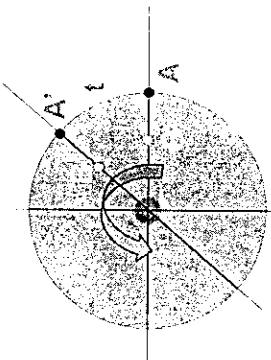
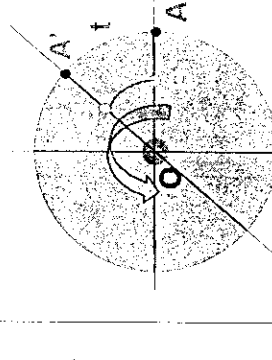
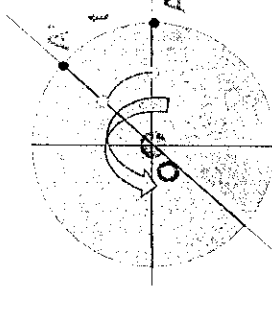
G2 หน่วยที่ 1

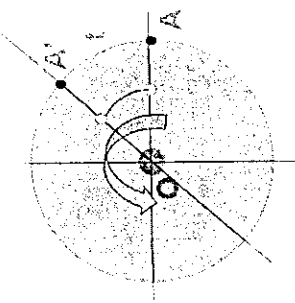
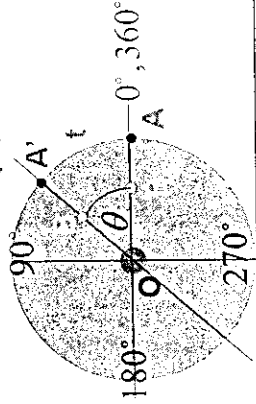
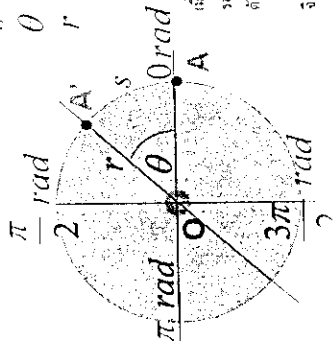
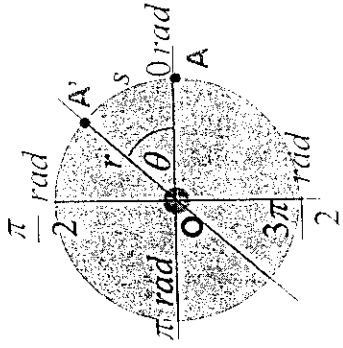
จุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วย

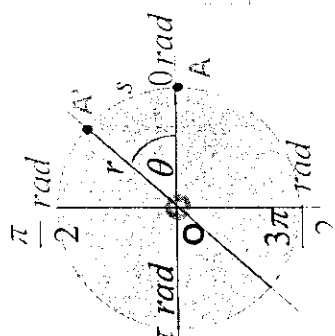
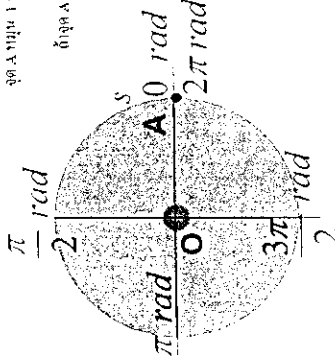
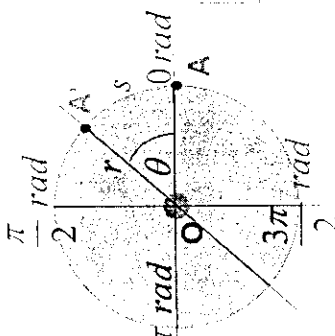
1. บอกและอธิบายความสัมพันธ์ตัวแปรการเคลื่อนที่เชิงเส้นกับแบบหมุนได้
2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและ
นำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนมาวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

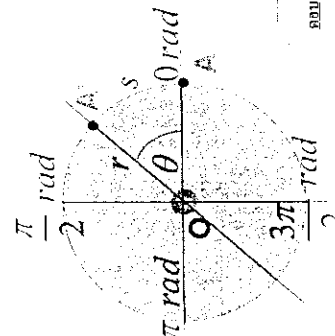


<p>G3 หน่วยที่ 1</p> <p>ปริมาณเหล่านี้มีความหมายอย่างไร: t s u v a m F p E_k E_p</p> <p>ที่เขียน clock ต่ำ t เปรียบได้ตัวจะมี นำด้วย m s E_p หมายถึง พลังงานกักของวัตถุ</p> <p>u v u</p> <p>กำหนดตัวที่เขียนได้ให้หน่วยปริมาณเหล่านี้เช่นกับตัวอย่างไร</p> <p>?</p>	<p>G3 หน่วยที่ 1</p> <p>ปริมาณอันนี้ได้แก่: t s u v a</p> <p>เป็นส่วนปริมาตรของการเคลื่อนที่ ใช้คำนวณเพื่อคำนวณการเคลื่อนที่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันตามที่นักเขียน รู้จักกันได้</p> <p>$v = u + at$ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2as$ $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$</p> <p>Note สมการเหล่านี้เป็นกรณีที่มีความเร่งคงตัว หากการเคลื่อนที่ ด้วยความเร็วคงตัว(ความเร่งเป็นศูนย์)จะใช้สมการ $s = ut = vt$</p>
<p>G3 หน่วยที่ 1</p> <p>$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2as$ $v = u + at$ $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ $s = ut = vt$</p> <p>การเคลื่อนที่ของวัตถุแนวตรงนั้นเมื่อเวลาผ่านไป ระยะทางหรือการกระจัด ความเร็ว อาจมีการ เปลี่ยนไปตามแต่ลักษณะการถึงความเร่ง</p> <p>?</p> <p>Note ในรูปสมการดังกล่าวนี้ถึงกับนำสมการความเร่ง a ของวัตถุ</p>	<p>G3 หน่วยที่ 1</p> <p>$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$</p> <p>$a$ คือความเร่งของวัตถุมวล m ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลง ความเร็วต่อเวลา a นี้เป็นผลของแรงลัพธ์ กล่าวคือ ถ้าต้องการ ให้วัตถุมีความเร่งจำเป็นต้องมีแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์เข้ามา กระทำ และนักเขียนขอใช้สมการซึ่งไร้เขียนในรูป $\Sigma F = ma$ ในการคำนวณ</p> <p>?</p>

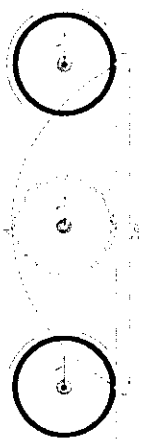
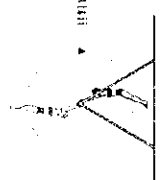
<p>G3 หน่วยที่ 1</p> <p>ΣF</p> <p>แรงลัพธ์มี คืออันล่ออย่างหนึ่งที่สามารถกระทำกับวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน ผลของถาวรกระทำก็ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม p เกิดจาก F เกิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพลังงานจลน์ E_k และ/หรือพลังงานศักย์ E_p ซึ่งมันจึงเริ่มทยอยได้เรียนมาแล้ว</p> <p>?</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G4</p>  <p>ถ้าอธิบาย : การหมุนของจานกลม จุด O เป็นจุดหมุนที่ถูกตรึงไว้ ในช่วงเวลา t จุด A เคลื่อนไปยัง A' และจุด B เคลื่อนไปยัง B'</p>
<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G4</p>  <p>จุดข้อมูล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระยะทางตามเส้นโค้ง จาก A ไป A' คือ s_A ทำให้เป็นค่าลบก็มีตลอด ถ้าตอบที่ถูกคือไม่ทำ จากรูปจะเห็นว่า s_A มากกว่า s_B เมื่อ $v = r\omega$ จะพบว่า v_A จะมากกว่า v_B เนื่องจาก r เท่ากัน แสดงว่าจุดที่อยู่ไกลจุดหมุนมากกว่าจะมีอัตราเร็วมากกว่าจุดที่อยู่ใกล้จุดหมุน <p>ถ้าถาม : ในช่วงเวลา t ขึ้น s_A เท่ากับ s_B และ v_A เท่ากับ v_B หรือไม่</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G4</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. เวลาของการเคลื่อนที่ตรงที่จุดจวน 2. ระยะทางตามเส้นโค้ง จาก A ไป A' คือ s_A 3. ระยะทางตามเส้นโค้ง จาก B ไป B' คือ s_B 4. อัตราเร็วของจุด A 5. อัตราเร็วของจุด B 6. ปริมาณ อื่นๆ <p>ถ้าถาม : จักเรียนคิดว่ามีปริมาณใดที่คงจะปริมาณขึ้นอีกเพื่ออธิบายการเคลื่อนที่นี้</p>

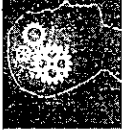
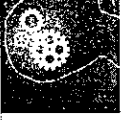
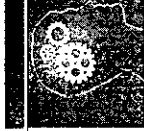

<p>หน่วยที่ 1 G4,5</p>  <p>คำนิยาม : ในวงกลม r นั้น ปริมาตรที่กำกับมุมจะไว้ข้าง</p>	<p>หน่วยที่ 1 G4,5,6</p> <p>ปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่แบบหมุน ปริมาณเชิงมุม และอัตราการเคลื่อนที่เชิงมุม อาจนิยามเพื่อเป็นการเข้าใจดังนี้</p> <p>θ คือ มุมหรือองศาที่วัดเป็นมุมที่จุดศูนย์กลางหรือจุดศูนย์กลางเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่</p> <p>โดยปกติแล้ว มุมที่วัดโดยจุดศูนย์กลางในหน่วย องศา เป็นองศาเต็มๆ</p> 															
<p>หน่วยที่ 1 G4,5,6</p> <p>ในการเคลื่อนที่แบบหมุน ปริมาตรจะไว้ข้างมุมที่วัดโดย (r และ s) ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ดังต่อไปนี้ และ ความยาวส่วนโค้งจะวัดตามรัศมีที่ศูนย์กลางของวงกลม</p> <p>s คือความยาวส่วนโค้งที่วัดรอบรัศมี r คือรัศมีของวงกลม</p> <p>$s = r\theta$</p>  <p>เมื่อต้องการหาความยาวของส่วนโค้งที่วัดโดยรัศมี $s = 2\pi r$ จะได้ว่า $2\pi r = \theta r$ ดังนั้นมุมที่จุดศูนย์กลางจะวัดตามรัศมี $\theta = 2\pi$ rad</p> <p>จึงสามารถแทนมุมในหน่วยของรัศมีโดยเป็นหน่วยดังนี้</p>	<p>หน่วยที่ 1 G4</p> <p>ความสัมพันธ์ของมุมที่วัดโดยจุดศูนย์กลางมุมองศา ปริมาตรของรัศมีและความยาวส่วนโค้งจะอธิบายได้ โดยอาศัยเรขาคณิตดังนี้</p>  <table border="1"> <tr> <td>0 rad</td> <td>เท่ากับ</td> <td>0°</td> </tr> <tr> <td>$\frac{\pi}{2} \text{ rad}$</td> <td>เท่ากับ</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>$\pi \text{ rad}$</td> <td>เท่ากับ</td> <td>180°</td> </tr> <tr> <td>$\frac{3\pi}{2} \text{ rad}$</td> <td>เท่ากับ</td> <td>270°</td> </tr> <tr> <td>$2\pi \text{ rad}$</td> <td>เท่ากับ</td> <td>360°</td> </tr> </table>	0 rad	เท่ากับ	0°	$\frac{\pi}{2} \text{ rad}$	เท่ากับ	90°	$\pi \text{ rad}$	เท่ากับ	180°	$\frac{3\pi}{2} \text{ rad}$	เท่ากับ	270°	$2\pi \text{ rad}$	เท่ากับ	360°
0 rad	เท่ากับ	0°														
$\frac{\pi}{2} \text{ rad}$	เท่ากับ	90°														
$\pi \text{ rad}$	เท่ากับ	180°														
$\frac{3\pi}{2} \text{ rad}$	เท่ากับ	270°														
$2\pi \text{ rad}$	เท่ากับ	360°														

<p>หน่วยที่ 1</p> <p>การคำนวณหาปริมาณต่างๆตามมุมที่วัดโดยวงกลมหนึ่งหน่วย</p>  <p>360 องศา = 2π rad</p> <p>x° = ? rad</p> <p>x° = $\frac{2\pi \text{ rad}}{360^\circ} \cdot x^\circ$</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>ค่าบวกขององศาหมุน (๓) มีความสัมพันธ์กันดังนี้</p>  <p>จุด A บน 1 รอบความถี่จุดศูนย์กลางให้ 2π rad</p> <p>ถ้าจุด A วนกลับไป ๒ รอบ จะได้</p> <p>$\theta = 2\pi n$</p>
<p>หน่วยที่ 1</p> <p>เมื่อใช้หน่วย 1 องศา ความยาวของส่วนโค้งที่วัดโดยวงกลมหนึ่งหน่วยคือ $\frac{\pi}{180}$ rad</p>  <p>45 องศา = ? rad</p> <p>45 องศา = $\frac{2\pi \text{ rad}}{360^\circ} \cdot 45^\circ$</p> <p>45 องศา = $\frac{\pi \text{ rad}}{4}$</p> <p>$\frac{\pi}{4} \text{ rad} = \frac{3.14 \text{ rad}}{4} = 0.785 \text{ rad}$</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>ปริมาณที่เปลี่ยนไป คือ อัตราเร็วของการหมุนเชิงมุมที่มีเป็นความถี่เชิงมุมของการเปลี่ยนแปลงมุม</p> <p>ω คือ อัตราเชิงมุม มีค่าเท่ากับอัตราที่เปลี่ยนแปลงความถี่เชิงมุมหรือคือเชิงมุมที่เกิดขึ้นต่อวินาที</p> <p>ถ้าทราบค่ามุมที่เปลี่ยนไป $\Delta\theta$ และใช้เวลา Δt ที่เปลี่ยนไป Δt ดังนี้</p> <p>$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$</p> <p>$\omega = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$</p> <p>ถ้าทราบมุมที่เปลี่ยนไป Δs และรัศมีวงกลมหนึ่งหน่วย r ดังนี้</p> <p>$r = \frac{\Delta s}{\Delta t}$</p>

<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G.6,7,8</p> <p>แบบฝึกหัดที่ 2 : จงหาขนาดมุมกวาดของมุมที่มุมศูนย์กลางของวงกลมรัศมี 4 cm ดังต่อไปนี้</p> <p>จุดบนเส้นโค้งของวงกลม 1 รอบโดยสมบูรณ์</p> <p>45 รอบ $\frac{\pi}{4} \text{ rad}$</p> <p>และ $\theta = \Delta\theta$</p> <p>จาก $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$</p> <p>แทนค่า $\omega = \frac{(\pi/4) \cdot \frac{\pi}{2} \text{ rad/s}}{0.5 \text{ s}}$</p> <p>ตอบ จากผลการวัดมุมคือ $\frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$</p> 	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G4</p> <p>เมื่อของ ของการหมุนเกิดขึ้น วัตถุ จะเคลื่อนที่ตามแนวรัศมีโดยที่ความเร็วของวัตถุจะเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ผ่านไป หรือเคลื่อนที่ตามแนวสัมผัส</p> <p>α คือ ความเร่งมุมที่บอกอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น rad/s^2 หรือเขียนเป็นหน่วยที่ใช้:</p> $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ $\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t_2 - t_1}$ <p>ทิศทางที่มุมที่มีลักษณะเดียวกันกับทิศทางของเส้น</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - u}{t}$ <p>ทิศทางของความเร็ว $v = u + at$</p>
<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G4</p> <p>α คือ ความเร่งมุมที่บอกอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น rad/s^2</p> $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ $\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t_2 - t_1}$ <p>ทิศทางของความเร็ว $\Delta t = t_2 - t_1$ (s)</p> $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{t}$ <p>ทิศทางของความเร็ว $\omega = \omega_0 + \alpha t$</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G4</p> <p>ω_0 ความเร็วเชิงมุมต้น</p> <p>ω ความเร็วเชิงมุมปลาย</p>

<p>หน่วยที่ 1</p> <p>บทที่ 10 กัมมันต์เชิงมุม 3. ความเร็วเชิงมุมที่ค่าหนึ่งของมุมเชิงมุม 0.2 rad/s หมายความว่าเมื่อผ่านไป 2.5 วินาที จะมีความเร็วเชิงมุม 10 rad/s จงคำนวณหาความเร่งเชิงมุมดังนี้</p> <p>จงหา $\omega = \omega_0 + \alpha t$</p> <p>แทนค่าจะได้</p> $10 = \omega_0 + (0.2)(2.5)$ <p>ดังนั้น</p> $\omega_0 = 9.5 \text{ rad/s}$ <p>อัตราเร่งเชิงมุมคือ 9.5 rad/s</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G3,4</p> <p>ปริมาณของการเคลื่อนที่ที่หมุนซึ่งขึ้นตามมุมมี มีการนิยามปริมาณต่างๆ ขึ้นมาที่เทียบเคียงกันทั้ง ความหนาแน่นและความเร็วเชิงมุม ปริมาณการเคลื่อนที่ของปริมาณที่มีลักษณะตามเดียวกัน ได้ดังนี้</p> <p>หน่วยคือหน่วยหน่วย (เชิงมุม)</p> <p>t เวลา</p> <p>s ความถี่เชิง</p> <p>$v = (v_x, v_y, v_z)$ $\omega = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ ความเร็ว</p> <p>a ความเร่ง</p> <p>ปริมาณของการเคลื่อนที่ที่หมุนขึ้นตามมุม มีความสัมพันธ์กันเป็นสมการการเคลื่อนที่แบบเดียวกับความเร่งที่ที่วัตถุเคลื่อนที่ได้เรียกว่า ซึ่งแต่ละข้อเป็นสมการเคลื่อนที่ด้วย ความเร็วเชิงมุม กับ ความเร่งเชิงมุม</p>
<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G3,4</p> <p>สมการของ $s = vt$</p> <p>สมการของ $\theta = \omega t$</p> <p>$v = u + at$</p> <p>$s = ut + \frac{1}{2}at^2$</p> <p>$v^2 = u^2 + 2as$</p> <p>$\omega = \omega_0 + \alpha t$</p> <p>$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$</p> <p>$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$</p> <p>$s = \frac{u + v}{2}t$</p> <p>$\theta = \frac{\omega_0 + \omega}{2}t$</p> <p>Note การเคลื่อนที่การหมุนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งเชิงมุมคือ ω และ θ เป็นปริมาณเชิงมุมการเคลื่อนที่ θ ที่ขึ้นกับ ω และความหนาแน่นของมุม</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>G7</p> <p>การฝึกทักษะการคำนวณ</p> <p>เพื่อที่จะได้ปริมาณการเคลื่อนที่ที่หมุนที่เฉพาะที่และค่าที่แน่นอนของได้ใช้ จึงกำหนดขึ้นโดยที่เลือกที่มุมที่เลือกไปใช้หาไปใช้แทนด้วยก็ได้ดังต่อไปนี้</p> <p>ข้อที่ 1. วิเคราะห์โจทย์ก่อนจะแก้ปัญหาก็จะเห็นว่า และค่าของ</p> <p>ข้อที่ 2. เพื่อที่จะได้ปริมาณการเคลื่อนที่ที่หมุนที่เฉพาะที่และค่าของ</p> <p>ข้อที่ 3. เพื่อที่จะได้ปริมาณการเคลื่อนที่ที่หมุนที่เฉพาะที่และค่าของ</p> <p>Note 1. เมื่อคำนวณได้คำตอบหนึ่งก็ควรตรวจสอบความหนาแน่นของมุมด้วย</p> <p>2. ควรตรวจสอบว่าค่าของมุมที่คำนวณได้เป็นค่าที่เป็นจริงหรือไม่</p>

<p>หน่วยที่ 1</p> <p>การวัดในทางคircular motion</p> <p>มุมที่กวาดที่เรียกว่าความเร็วเชิงมุม $S = \theta r$</p> <p>ดังนั้นเมื่อวัดระยะที่โค้งได้มุมที่ $\Delta S = \Delta \theta r$</p> <p>หารด้วย Δt จะได้ $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} r$ ซึ่งก็คือ $v = \omega r$</p>  <p>การวัดมุมที่กวาดที่เรียกว่า ความเร็วเชิงมุม $S = \theta r$</p> <p>ดังนั้นเมื่อวัดระยะที่โค้งได้มุมที่ $\Delta S = \Delta \theta r$</p> <p>หารด้วย Δt จะได้ $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} r$ ซึ่งก็คือ $v = \omega r$</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>บทฝึกที่ 6</p> <p>หาค่ามุมกวาดที่กวาดโดยเข็มของนาฬิกาที่ 5 รอบต่อวินาทีในเวลา 2 วินาที จงหา</p> <p>อัตราเร็วเชิงมุมของเข็มของนาฬิกา</p> <p>5 รอบต่อวินาที $5 \times 2 \pi \text{ rad}$ หรือ $10\pi \text{ rad}$</p>  <p>จาก $\omega = \frac{\theta}{t}$</p> <p>แทนค่าจะได้ $\omega = \frac{10\pi \text{ rad}}{2 \text{ s}} = 5\pi \text{ rad/s}$</p>
<p>หน่วยที่ 1</p> <p>บทฝึกที่ 7</p> <p>ล้อต้นหม้อมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.4 เมตร หม้อของรถบรรทุกที่วิ่งด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงใช้เวลา 20 วินาที ให้หาความถี่เชิงมุมและวาระของล้อหัวหม้อ</p> <p>บทฝึกที่ 1.2. เมื่อรถบรรทุกวิ่งด้วยความเร็ว $v = 20 \text{ m/s}$</p> <p>รัศมี $\omega_0 = 0$; $r = 1.2 \text{ m}$; $\omega = 100$</p> <p>จาก $\omega = \omega_0 + \alpha t$</p> <p>แทนค่าจะได้ $100 = 0 + \alpha(20)$</p> <p>$\alpha = \frac{100}{20} = 5 \text{ rad/s}^2$</p> <p>จาก $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$</p> <p>แทนค่าจะได้ $\theta = 0 + \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot (20)^2$</p> <p>$\theta = 1000 \text{ rad}$</p>	<p>หน่วยที่ 1</p> <p>แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1</p> <p>คำแนะนํ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ก่อนสอบทำข้อสอบ ให้นักเรียนกลับไปทบทวนสูตรที่จะใช้ในการคำนวณ S นก 2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ให้ <p>เริ่มทำแบบทดสอบ</p>

 <p>แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1</p>	<p>คำอธิบาย : ให้นักเรียนเขียนคำตอบเป็นกระดานกลางคอมพิวเตอร์พิมพ์ให้</p> <p>ข้อที่ 1</p> <p>จงเขียนสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนของกรงกลต่อไปนี้</p> <p>1.1 ความเร่งเชิงมุมเป็นศูนย์</p> <p>1.2 ความเร่งเชิงมุมคงตัว</p>
 <p>แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1</p>	<p>คำอธิบาย : ให้นักเรียนเขียนคำตอบเป็นกระดานกลางคอมพิวเตอร์พิมพ์ให้</p> <p>ข้อที่ 2</p> <p>จงเขียนคำอธิบายความหมายของตัวแปรเหล่านี้</p> <p>2.1 การกระจัดเชิงมุม</p> <p>2.2 ความเร็วเชิงมุม</p> <p>2.3 ความเร่งเชิงมุม</p>
 <p>แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1</p>	<p>คำอธิบาย : ให้นักเรียนเขียนคำตอบเป็นกระดานกลางคอมพิวเตอร์พิมพ์ให้</p> <p>ข้อที่ 3</p> <p>วงล้อหนึ่งมีมุมผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร หมุนด้วยความเร่งเชิงมุมคงตัว โดยเริ่มตั้งแต่มุมเอกาหยุดนิ่ง แล้วหมุนไปได้ 120 รอบ ในเวลา 5 วินาที จงหาการกระจัดเชิงมุม ความเร็วเชิงมุม และ ความเร่งเชิงมุม</p>
 <p>แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1</p>	<p>คำอธิบาย : ให้นักเรียนเขียนคำตอบเป็นกระดานกลางคอมพิวเตอร์พิมพ์ให้</p> <p>ข้อที่ 4</p> <p>ล้อหนึ่งมีรัศมี 50 เซนติเมตร หมุนรอบแกนด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่ 10 เรเดียน/วินาที ที่ขณะหนึ่งให้ล้อหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม 12 เรเดียน/วินาที จงหาว่าหลังจากแก้อีก 3 วินาที ล้อจะกวาดมุมเพิ่มขึ้นได้กี่เรเดียน และมีความเร็วเชิงมุมเท่าใด</p>

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1
ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน

ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ΣR	IOC	แปรผล
		+1	0	-1			
1.	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง	3			3	1	ใช้ได้
2.	กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้
3.	กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	3			3	1	ใช้ได้
4.	แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 2
ทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน

ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ΣR	IOC	แปรผล
		+1	0	-1			
1.	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง	3			3	1	ใช้ได้
2.	กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้
3.	กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	3			3	1	ใช้ได้
4.	แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3

โมเมนต์เชิงมุม กับการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม

ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับความสอดคล้อง			ΣR	IOC	แปลผล
		+1	0	-1			
1.	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง	3			3	1	ใช้ได้
2.	กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้
3.	กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	3			3	1	ใช้ได้
4.	แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 4

พลังงานของการหมุนและการอนุรักษ์พลังงาน

ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับความสอดคล้อง			ΣR	IOC	แปลผล
		+1	0	-1			
1.	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง	3			3	1	ใช้ได้
2.	กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้
3.	กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	3			3	1	ใช้ได้
4.	แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 5

การเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน

ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับความสอดคล้อง			ΣR	IOC	แปลผล
		+1	0	-1			
1.	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง	3			3	1	ใช้ได้
2.	กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้
3.	กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	3			3	1	ใช้ได้
4.	แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3			3	1	ใช้ได้

จากผลการวิเคราะห์การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเรื่องความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความความตรง/ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของบทเรียน มีค่า IOC เท่ากับ 3 ทุกข้อรายการการตรวจสอบ และทุกหน่วยการเรียนรู้

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา
ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้
วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบพหุน

1. นางยวิฑูรย์ ตั้งวัฒนกุล (ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาโท วท.ม. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาเอก ปร.ด. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

2. นางสาวจันทร์เพ็ญ ไพรแก่น (ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญาโท วท.ม. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

3. นายปรีชา ฤทธิเดช (ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาโท กศ.ม.การมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	x̄	แปลผล
		5	4	3	2	1			
1.	องค์ประกอบ								
	1.1 ครบถ้วน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	1.2 Link ชัดเจนและถูกต้อง		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมีปริมาณพอเหมาะ		2	1			11	3.67	มาก
	1.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	1	1	1			12	4.00	มาก
	1.5 มีภาพประกอบในปริมาณที่พอเหมาะ	1	1	1			12	4.00	มาก
	1.6 การแสดงหน้าจอ (interface) ชัดเจน สี สีสัน สวยงามและน่าสนใจ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						72.00	4.00	มาก
2.	คำชี้แจง								
	2.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	1	2				13	4.33	มาก
	2.2 อธิบายได้ชัดเจน	1	2				13	4.33	มาก
	2.3 อธิบายขั้นตอนการใช้ได้ตามลำดับ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	รวม						36	4.00	มาก
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้								
	3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ	3					15	5.00	มากที่สุด
	3.2 แสดงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้	3					15	5.00	มากที่สุด
	3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านที่เกี่ยวข้อง (พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย)		2	1			11	3.67	มาก
	3.4 เรียงลำดับอย่างเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						54	4.50	มาก
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ								
	4.1 จัดแบ่งเนื้อหาได้เหมาะสม	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.2 เรียงลำดับเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างเหมาะสม	3					15	5.00	มากที่สุด

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
	4.3 ใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	3					15	5.00	มากที่สุด
	4.4 การนำเสนอเนื้อหาความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	1	2				13	4.33	มาก
	4.5 กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจน่าสนใจ	1	1	1			12	4.00	มาก
	4.6 เฉลยถูกต้อง			3			9	3.00	ปานกลาง
	4.7 ภาพสัมพันธ์กับเนื้อหา	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.8 ภาพเหมาะสมและดึงดูดใจ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	4.9 มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						115.00	4.26	มาก
5	กิจกรรมฝึกทักษะ								
	5.1 มีปริมาณเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	5.2 มีความหลากหลาย		2	1			11	3.67	มาก
	5.3 มีความน่าสนใจ		2	1			11	3.67	มาก
	รวม						11.67	3.89	มาก
6.	แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้								
	6.1 คำถามครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา	3					15	5.00	มากที่สุด
	6.2 คำถามแต่ละข้อชัดเจน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	6.3 เฉลยถูกต้อง		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	6.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	รวม						53	4.42	มาก
	รวมทุกด้าน						56.94	4.18	มาก

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 2

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
1.	องค์ประกอบ								
	1.1 ครบถ้วน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	1.2 Link ชัดเจนและถูกต้อง		1	2			11	3.67	มาก
	1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมีปริมาณพอเหมาะ		2	1			11	3.67	มาก
	1.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	1	1	1			12	4.00	มาก
	1.5 มีภาพประกอบในปริมาณที่พอเหมาะ	1	1	1			12	4.00	มาก
	1.6 การแสดงหน้าจอ (interface) ชัดเจน สี สันสวยงามและน่าสนใจ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						73.00	4.06	มาก
2.	คำชี้แจง								
	2.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	1	2				13	4.33	มาก
	2.2 อธิบายได้ชัดเจน	1	2				13	4.33	มาก
	2.3 อธิบายขั้นตอนการใช้ได้ตามลำดับ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	รวม						36	4.00	มาก
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้								
	3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ	3					15	5.00	มากที่สุด
	3.2 แสดงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้	3					15	5.00	มากที่สุด
	3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านที่เกี่ยวข้อง (พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย)		2	1			10	3.33	ปานกลาง
	3.4 เรียงลำดับอย่างเหมาะสม	1	2				13	4.33	ปานกลาง
	รวม						53	4.42	มาก
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ								
	4.1 จัดแบ่งเนื้อหาได้เหมาะสม	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.2 เรียงลำดับเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างเหมาะสม	3					15	5.00	มากที่สุด

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
	4.3 ใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	3					15	5.00	มากที่สุด
	4.4 การนำเสนอเนื้อหาความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	1	2				13	4.33	มาก
	4.5 กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจน่าสนใจ	1	1	1			11	3.67	มาก
	4.6 เฉลยถูกต้อง			3			9	3.00	ปานกลาง
	4.7 ภาพสัมพันธ์กับเนื้อหา	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.8 ภาพเหมาะสมและดึงดูดใจ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	4.9 มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						114.00	4.22	มาก
5	กิจกรรมฝึกทักษะ								
	5.1 มีปริมาณเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	5.2 มีความหลากหลาย		2	1			11	3.67	มาก
	5.3 มีความน่าสนใจ		2	1			11	3.67	มาก
	รวม						11.67	3.89	มาก
6.	แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้								
	6.1 คำถามครอบคลุมจุดประสงค์กับเนื้อหา	3					15	5.00	มากที่สุด
	6.2 คำถามแต่ละข้อชัดเจน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	6.3 เฉลยถูกต้อง		1	2			11	3.67	มาก
	6.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	รวม						54	4.50	มาก
	รวมทุกด้าน						56.94	4.18	มาก

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 3

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
1.	องค์ประกอบ								
	1.1 ครบถ้วน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	1.2 Link ชัดเจนและถูกต้อง		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมีปริมาณพอเหมาะ		2	1			11	3.67	มาก
	1.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	1	1	1			11	3.67	มาก
	1.5 มีภาพประกอบในปริมาณที่พอเหมาะ	1	1	1			11	3.67	มาก
	1.6 การแสดงหน้าจอ (interface) ชัดเจน สีสันสวยงามและน่าสนใจ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						70.00	3.89	มาก
2.	คำชี้แจง								
	2.1 ให้อ่านเข้าใจง่าย	1	2				13	4.33	มาก
	2.2 อธิบายได้ชัดเจน	1	2				12	4.00	มาก
	2.3 อธิบายขั้นตอนการใช้ได้ตามลำดับ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	รวม						35	3.89	มาก
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้								
	3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ	3					15	5.00	มากที่สุด
	3.2 แสดงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้	3					14	4.67	มากที่สุด
	3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านที่เกี่ยวข้อง (พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย)		2	1			11	3.67	มาก
	3.4 เรียงลำดับอย่างเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						53	4.42	มาก
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ								
	4.1 จัดแบ่งเนื้อหาได้เหมาะสม	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.2 เรียงลำดับเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างเหมาะสม	3					15	5.00	มากที่สุด

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
	4.3 ใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	3					15	5.00	มากที่สุด
	4.4 การนำเสนอเนื้อหาความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	1	2				13	4.33	มาก
	4.5 กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจน่าสนใจ	1	1	1			11	3.67	มาก
	4.6 เฉลยถูกต้อง			3			9	3.00	ปานกลาง
	4.7 ภาพสัมพันธ์กับเนื้อหา	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.8 ภาพเหมาะสมและดึงดูดใจ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	4.9 มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						114.00	4.22	มาก
5	กิจกรรมฝึกทักษะ								
	5.1 มีปริมาณเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	5.2 มีความหลากหลาย		2	1			11	3.67	มาก
	5.3 มีความน่าสนใจ		2	1			11	3.67	มาก
	รวม						11.67	3.89	มาก
6.	แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้								
	6.1 คำถามครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา	3					15	5.00	มากที่สุด
	6.2 คำถามแต่ละข้อชัดเจน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	6.3 เฉลยถูกต้อง		1	2			11	3.67	มาก
	6.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	รวม						54	4.50	มาก
	รวมทุกด้าน						56.28	4.11	มาก

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 4

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
1.	องค์ประกอบ								
	1.1 ครบถ้วน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	1.2 Link ชัดเจนและถูกต้อง		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมีปริมาณพอเหมาะ		2	1			11	3.67	มาก
	1.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	1	1	1			12	4.00	มาก
	1.5 มีภาพประกอบในปริมาณที่พอเหมาะ	1	1	1			13	4.33	มาก
	1.6 การแสดงหน้าจอ (interface) ชัดเจน สีสันสวยงามและน่าสนใจ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						73.00	4.06	มาก
2.	คำชี้แจง								
	2.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	1	2				13	4.33	มาก
	2.2 อธิบายได้ชัดเจน	1	2				13	4.33	มาก
	2.3 อธิบายขั้นตอนการใช้ได้ตามลำดับ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	รวม						36	4.00	มาก
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้								
	3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ	3					15	5.00	มากที่สุด
	3.2 แสดงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้	3					15	5.00	มากที่สุด
	3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านที่เกี่ยวข้อง (พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย)		2	1			11	3.67	มาก
	3.4 เรียงลำดับอย่างเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						54	4.50	มาก
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ								
	4.1 จัดแบ่งเนื้อหาได้เหมาะสม	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.2 เรียงลำดับเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างเหมาะสม	3					15	5.00	มากที่สุด

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
	4.3 ใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	3					15	5.00	มากที่สุด
	4.4 การนำเสนอเนื้อหาความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	1	2				13	4.33	มาก
	4.5 กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจน่าสนใจ	1	1	1			11	3.67	มาก
	4.6 เฉลยถูกต้อง			3			9	3.00	ปานกลาง
	4.7 ภาพสัมพันธ์กับเนื้อหา	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.8 ภาพเหมาะสมและดึงดูดใจ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	4.9 มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						114.00	4.22	มาก
5	กิจกรรมฝึกทักษะ								
	5.1 มีปริมาณเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	5.2 มีความหลากหลาย		2	1			11	3.67	มาก
	5.3 มีความน่าสนใจ		2	1			11	3.67	มาก
	รวม						11.67	3.89	มาก
6.	แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้								
	6.1 คำถามครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา	3					15	5.00	มากที่สุด
	6.2 คำถามแต่ละข้อชัดเจน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	6.3 เฉลยถูกต้อง		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	6.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	รวม						53	4.42	มาก
	รวมทุกด้าน						56.94	4.18	มาก

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 5

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
1.	องค์ประกอบ								
	1.1 ครบถ้วน	2	1				13	4.33	มาก
	1.2 Link ชัดเจนและถูกต้อง		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมีปริมาณพอเหมาะ		2	1			11	3.67	มาก
	1.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	1	1	1			12	4.00	มาก
	1.5 มีภาพประกอบในปริมาณที่เหมาะสม	1	1	1			12	4.00	มาก
	1.6 การแสดงหน้าจอ (interface) ชัดเจน สีสันสวยงามและน่าสนใจ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						71.00	3.94	มาก
2.	คำชี้แจง								
	2.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	1	2				13	4.33	มาก
	2.2 อธิบายได้ชัดเจน	1	2				13	4.33	มาก
	2.3 อธิบายขั้นตอนการใช้ได้ตามลำดับ		1	2			10	3.33	มาก
	รวม						36	4.00	มาก
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้								
	3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ	3					14	4.67	มากที่สุด
	3.2 แสดงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้	3					14	4.67	มากที่สุด
	3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านที่เกี่ยวข้อง (พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย)		2	1			11	3.67	มาก
	3.4 เรียงลำดับอย่างเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						52	4.33	มาก
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ								
	4.1 จัดแบ่งเนื้อหาได้เหมาะสม	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.2 เรียงลำดับเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างเหมาะสม	3					14	4.67	มากที่สุด

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
	4.3 ใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	3					14	4.67	มากที่สุด
	4.4 การนำเสนอเนื้อหาความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	1	2				13	4.33	มาก
	4.5 กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจน่าสนใจ	1	1	1			12	4.00	มาก
	4.6 เฉลยถูกต้อง			3			9	3.00	ปานกลาง
	4.7 ภาพสัมพันธ์กับเนื้อหา	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	4.8 ภาพเหมาะสมและดึงดูดใจ		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	4.9 มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	1	2				13	4.33	มาก
	รวม						113.00	4.19	มาก
5	กิจกรรมฝึกทักษะ								
	5.1 มีปริมาณเหมาะสม	1	2				13	4.33	มาก
	5.2 มีความหลากหลาย		2	1			11	3.67	มาก
	5.3 มีความน่าสนใจ		2	1			11	3.67	มาก
	รวม						35.00	3.89	มาก
6.	แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้								
	6.1 คำถามครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา	3					15	5.00	มากที่สุด
	6.2 คำถามแต่ละข้อชัดเจน	2	1				13	4.33	มาก
	6.3 เฉลยถูกต้อง		1	2			10	3.33	ปานกลาง
	6.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	2	1				14	4.67	มากที่สุด
	รวม						52	4.33	มาก
	รวมทุกด้าน						59.83	4.11	มาก

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เฉลี่ยรวม หน่วยที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	\bar{x}	แปลผล
1.	องค์ประกอบ		
	1.1 ครบถ้วน	4.60	มากที่สุด
	1.2 Link ชัดเจนและถูกต้อง	3.40	ปานกลาง
	1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมีปริมาณพอเหมาะ	3.67	มาก
	1.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	3.93	มาก
	1.5 มีภาพประกอบในปริมาณที่พอเหมาะ	4.00	มาก
	1.6 การแสดงหน้าจอ(interface) ชัดเจน สี สันสวยงามและน่าสนใจ	4.33	มาก
	รวม	3.99	มาก
2.	คำชี้แจง		
	2.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	4.33	มาก
	2.2 อธิบายได้ชัดเจน	4.27	มาก
	2.3 อธิบายขั้นตอนการใช้ได้ตามลำดับ	3.33	ปานกลาง
	รวม	3.98	มาก
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้		
	3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ	4.93	มากที่สุด
	3.2 แสดงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้	4.87	มากที่สุด
	3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านที่เกี่ยวข้อง (พุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย)	3.60	มาก
	3.4 เรียงลำดับอย่างเหมาะสม	4.33	มาก
	รวม	4.43	มาก
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ		
	4.1 จัดแบ่งเนื้อหาได้เหมาะสม	4.67	มากที่สุด
	4.2 เรียงลำดับเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างเหมาะสม	4.93	มากที่สุด

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	\bar{x}	แปลผล
	4.3 ใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.93	มากที่สุด
	4.4 การนำเสนอเนื้อหาความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.33	มาก
	4.5 กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจน่าสนใจ	3.80	มาก
	4.6 เฉลยถูกต้อง	3.00	ปานกลาง
	4.7 ภาพสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.67	มากที่สุด
	4.8 ภาพเหมาะสมและดึงดูดใจ	3.33	ปานกลาง
	4.9 มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	4.33	มาก
	รวม	4.22	มาก
5	กิจกรรมฝึกทักษะ		
	5.1 มีปริมาณเหมาะสม	4.33	มาก
	5.2 มีความหลากหลาย	3.67	มาก
	5.3 มีความน่าสนใจ	3.67	มาก
	รวม	3.89	มาก
6.	แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้		
	6.1 คำถามครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา	5.00	มากที่สุด
	6.2 คำถามแต่ละข้อชัดเจน	4.60	มากที่สุด
	6.3 เฉลยถูกต้อง	3.47	มาก
	6.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.67	มากที่สุด
	รวม	4.43	มาก
	รวมทุกด้าน	4.16	มาก

**สรุปผลการวิเคราะห์การตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

จากการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเรื่องความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า

เมื่อพิจารณารายหน่วยการเรียนรู้ พบว่า ความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.18$) , หน่วยที่ 2 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.18$) , หน่วยที่ 3 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.13$) , หน่วยที่ 4 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.18$) , หน่วยที่ 5 มีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.11$) หรือทุกหน่วยมีคุณภาพระดับมาก

เมื่อพิจารณารวมทุกหน่วยการเรียนรู้ พบว่า ความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 4.16$) โดยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้และด้านแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพมากที่สุดระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$) คุณภาพรองลงมาตามลำดับได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ในจอคุณภาพระดับมาก ($\bar{x} = 4.22$) ด้านองค์ประกอบคุณภาพระดับมาก ($\bar{x} = 3.99$) ด้านคำชี้แจงมีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 3.98$) และสุดท้ายด้านกิจกรรมฝึกทักษะมีคุณภาพระดับ มาก ($\bar{x} = 3.89$)

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา
ตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้อง
ขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน

1. นางยวิฑูรย์ ตั้งวัฒนกุล (ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปริญญาโท วท.ม. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ปริญญาเอก ปร.ด. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

2. นายปรีชา ฤทธิเดช (ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ปริญญาโท กศ.ม.การมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. นายฤทธิชัย หอมใบเตย (ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน)

การศึกษา

ปริญญาตรี วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีพระทุม
ปริญญาโท วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

แบบตรวจสอบคุณภาพ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำชี้แจง

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเรื่อง “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กายล์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง”
2. กรุณาแสดงความคิดเห็นที่แท้จริงของท่านเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยนี้ตามแบบฟอร์มที่แนบมา ดังนี้

2.1 ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าองค์ประกอบบทเรียนมีความสอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบบทเรียนมีความสอดคล้อง
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าองค์ประกอบบทเรียน ไม่มีความสอดคล้อง

2.2 ความเหมาะสม / ชัดเจน / ถูกต้องของแต่ละองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน

5	หมายถึง	เหมาะสม / ชัดเจน / ถูกต้อง ในระดับ มากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสม / ชัดเจน / ถูกต้อง ในระดับ มาก
3	หมายถึง	เหมาะสม / ชัดเจน / ถูกต้อง ในระดับ ปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสม / ชัดเจน / ถูกต้อง ในระดับ น้อย
1	หมายถึง	เหมาะสม / ชัดเจน / ถูกต้อง ในระดับ น้อยที่สุด

ขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้

.....
(นายวีระชัย นาสารีย์)

ผู้วิจัย

ตารางที่ 21 แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่

ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับความ สอดคล้อง		
		+1	0	-1
1.	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง			
2.	กิจกรรมในกรอบการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้			
3.	กิจกรรมฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน			
4.	แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้			

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

วันที่

ตารางที่ 22 แบบตรวจสอบความเหมาะสม/ชัดเจน/ถูกต้องขององค์ประกอบของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน้าที่

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	องค์ประกอบ					
	1.1 ครบถ้วน					
	1.2 Link ชัดเจนและถูกต้อง					
	1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมีปริมาณ พอเหมาะ					
	1.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสม					
	1.5 มีภาพประกอบในปริมาณที่พอเหมาะ					
	1.6 การแสดงหน้าจอ(interface) ชัดเจน สีสันสวยงาม และน่าสนใจ					
2.	คำชี้แจง					
	1.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย					
	1.2 อธิบายได้ชัดเจน					
	1.3 อธิบายขั้นตอนการใช้ได้ตามลำดับ					
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้					
	3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ					
	3.2 แสดงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้					
	3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านที่เกี่ยวข้อง (พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย)					
	3.4 เรียงลำดับอย่างเหมาะสม					
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ในหน้าจอ					
	4.1 จัดแบ่งเนื้อหาได้เหมาะสม					
	4.2 เรียงลำดับเนื้อหาแต่ละกรอบอย่างเหมาะสม					

ข้อ	ประเด็นการตรวจสอบ	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
	4.3 ใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่าย					
	4.4 การนำเสนอเนื้อหาความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน					
	4.5 กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจน่าสนใจ					
	4.6 เฉลยถูกต้อง					
	4.7 ภาพสัมพันธ์กับเนื้อหา					
	4.8 ภาพเหมาะสมและดึงดูดใจ					
	4.9 มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ					
5	กิจกรรมฝึกทักษะ					
	5.1 มีปริมาณเหมาะสม					
	5.2 มีความหลากหลาย					
	5.3 มีความน่าสนใจ					
6.	แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้					
	6.1 คำถามครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา					
	6.2 คำถามแต่ละข้อชัดเจน					
	6.3 เฉลยถูกต้อง					
	6.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่

ภาคผนวก ข

การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of Test Item Specification) วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน
- ผลการตรวจสอบคุณภาพความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน
- ผลการทดสอบหาความเชื่อมั่น (reliability)
- ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20

แบบทดสอบที่ใช้ประเมินผลระหว่างเรียน
หรือแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย
และการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกและอธิบายความสัมพันธ์ตัวแปรการเคลื่อนที่เชิงเส้นกับแบบหมุนได้
2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
3. อธิบายและวิเคราะห์ปริมาณทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อย
4. คำนวหาโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุที่กำหนดให้ได้
5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์กกับวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
6. วิเคราะห์และอธิบายโมเมนต์เชิงมุมของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์เชิงมุมได้
7. บอกการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการอนุรักษ์เชิงมุมได้
8. บอกและใช้สมการงาน พลังงานจลน์ของการหมุนแก้ไขปัญหาสถานการณ์การหมุนที่กำหนดให้ได้
9. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานแก้ไขปัญหการเคลื่อนที่แบบทั้งเลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกันตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ตารางที่ 23 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of Test Item Specification)

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

ตารางที่ 1 สรุปรายละเอียดการออกข้อสอบปรนัยจำนวน 25 ข้อ

จุดประสงค์ ข้อที่	ความรู้ ความจำ (K)	ความเข้าใจ (Un)	การ ประยุกต์ใช้ (Ap)	วิเคราะห์ (An)	ประเมินค่า (E)	คิดสร้างสรรค์ (Cr)	รวม (ข้อ)
1	1						1
2				2,3,4,5			4
3		6					1
4		10					1
5		11	9	7,12,13,14			6
6		8,17					2
7				15,16			2
8				24,25			2
9				18,19,20, 21, 22,23			6
รวม	1	5	1	19			25

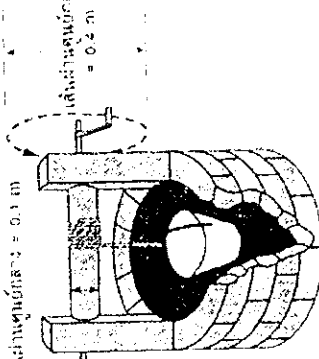
ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบคุณภาพ

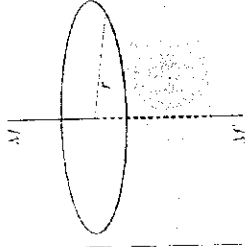
ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน


(โดยผู้เชี่ยวชาญ)

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง			IOC	แปลผล
				+1	0	-1		
1.	ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน สามารถการเคลื่อนที่แบบหมุน	1. บอกและอธิบาย ความสัมพันธ์สัมประการเคลื่อนที่ซึ่งสัมพันธ์กับแบบหมุนได้	ข้อใดต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ที่ไม่ถูกต้อง 1. $s = \theta r$ 2. $v = \omega r$ 3. $\omega = \frac{f}{t}$ 4. $\alpha = \frac{a}{r}$	3			1	ใช้ได้
2.	ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบหมุน สามารถการเคลื่อนที่แบบหมุน	2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	วงล้อหนึ่งหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยหมุนครบ 1 รอบทุกๆ 1 วินาที จะมีขนาดความเร็วเชิงมุมเท่าไร 1. 1 rad/s 3. $\pi \text{ rad/s}$ 2. 2 rad/s 4. $2\pi \text{ rad/s}$	3			1	ใช้ได้
3.	ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน สามารถการเคลื่อนที่แบบหมุน	2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	จงใช้ข้อมูลนี้ในการตอบคำถามข้อ 3-4 ล้อต้นเบ็งมีรัศมี 50 cm หมุนรอบแกนด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่ 10 rad/s^2 ที่ขณะหนึ่งล้อหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม 12 rad/s จงหาว่าหลังจากนั้นอีก 3 วินาที ล้อจะมีขนาดการกระจัดเชิงมุมเท่าไร	3			1	ใช้ได้

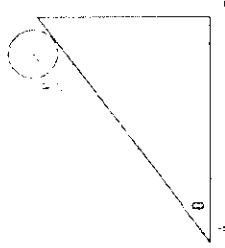
ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปดศ
4.	ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบหมุน สามารถการเคลื่อนที่แบบหมุน	2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้	1. 81 rad 2. 96 rad 3. 106 rad จงหาความเร็วเชิงเส้นในการเคลื่อนที่ของวงล้อเมื่อผ่านไป 3 วินาที 1. 0 m/s 2. 12 m/s 3. 21 m/s 4. 42 m/s	3	3	1	ใช้ได้
5.	ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่แบบหมุน สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน	2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้	1. 0.025 m/s 2. 0.05 m/s 3. 0.25 m/s 4. 0.50 m/s รถตุรกระถางนอกถึงลงมาจากเนินแรงที่ทำให้รถตุรกลิ้งคือ 1. น้ำหนักของวัตถุ 2. แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก 3. แรงเสียดทาน 4. แรงต้านอากาศ	3	3	1	ใช้ได้
6.	ทอร์กและโมเมนต์ ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน	3. อธิบายและวิเคราะห์ปริมาณทอร์กและโมเมนต์ ความเฉื่อย	วงล้อมีรัศมี 25 cm หมุนโดยไม่มีความเร็วเชิงมุมที่ 90 วัตตัน กระทำที่ขอบล้อในแนวเส้นสัมผัสกับวงล้อ ทำให้เกิดความเร่งเชิงมุม 2.25 rad/s^2 จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยของวงล้อ 1. 0.1 kgm^2 2. 1.0 kgm^2 3. 10.0 kgm^2 4. 40.0 kgm^2	3	3	1	ใช้ได้
7.	ทอร์กกับการเคลื่อนที่แบบหมุน ทอร์กและโมเมนต์ ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน	5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์ก คำนวณและหาค่าการเคลื่อนที่ที่กำหนดให้					

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปลผล
8.	ทอร์กและโมเมนต์ ความเฉื่อยกับการ เคลื่อนที่แบบหมุน	3. อธิบายและวิเคราะห์ ปริมาณทอร์กและโมเมนต์ ความเฉื่อย	ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับทอร์ก 1. เป็นปริมาณสเกลาร์ 2. ขึ้นอยู่กับความเร็วเชิงมุม 3. เกิดจากผลของแรง 4. ค่ามากขึ้นอยู่กับโมเมนต์ความเฉื่อย	3	3	1	ใช้ได้
9.	ทอร์กและโมเมนต์ ความเฉื่อยกับการ เคลื่อนที่แบบหมุน	5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์ก กับวิถีการเคลื่อนที่ กำหนดให้ได้	ชายคนหนึ่งยกน้ำหนักจากบ่อ โดยใช้เครื่องผ่อนแรงตั้งรูปเขาออกแรง ขนาดคงที่ 100 N มีทิศตั้งฉากกับแขนแนวนลตลอดเวลา ปรากฏ ว่าถ้าน้ำเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่ จงหาขนาดแรงดึงในเส้น เชือก 	3	3	1	ใช้ได้
			1. 25 N 2. 100 N 3. 200 N 4. 400 N				

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปลผล
10.	ทอร์กและโมเมนต์ ความเค้นกับการเคลื่อนที่แบบหมุน	4. กำหนดหาโมเมนต์ค่าานเชิงเวกเตอร์ที่ค่าาเนคให้ เคลื่อนที่แบบหมุน	ทรงกระบอกตันรัศมี 10 เซนติเมตร มีมวล 2 กิโลกรัม จงหาโมเมนต์ความเค้นของทรงกระบอกรอบแกนหมุน MM'  1. $0.01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 2. $0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 3. $0.02 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 4. $0.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$	3	3	1	ใช้ได้
11.	ทอร์กและโมเมนต์ ความเค้นกับการเคลื่อนที่แบบหมุน	5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์ก คัพพิกิริยาเสถียรภาพ กำหนดให้	จงหาทอร์กที่ทำให้ล้อมวล 8 กิโลกรัม รัศมี 25 เซนติเมตร หมุนด้วยความเร็ว 3 เรเดียน/วินาที (กำหนด $I = \text{mm}^2$) 1. 0.5 Nm 2. 1.0 Nm 3. 1.5 Nm 4. 2.0 Nm	3	3	1	ใช้ได้
12.	ทอร์กและโมเมนต์ ความเค้นกับการเคลื่อนที่แบบหมุน	5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์ก คัพพิกิริยาเสถียรภาพ กำหนดให้	ล้อวงหนึ่งมีโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนหมุน 500 กิโลกรัมเมตร ² จงหาค่าทอร์กที่ทำให้ล้อมีมุมด้วยความเร่งเชิงมุม 4 เรเดียน/วินาที 1. 1000 Nm 2. 2000 Nm 3. 2500 Nm 4. 4000 Nm	3	3	1	ใช้ได้

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปลผล
13.	ทอร์กและโมเมนต์ ความเค้นกับกา หัดื่อนที่แกมหมุน	5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์ก กับชีวิตประจำวันและ กำหนดให้ได้	ข้อสอบ แรง F มีขนาด 200 N กระทำกับรอกมวล 4.0 kg รัศมี 33.0 cm ดังรูป ทำให้รอกหมุนด้วยความเร่งที่จากหตุหนึ่ง จนมีความเร็วเชิงมุม 30.0 เรเดียน ต่อวินาทีในเวลา 3.0 วินาที ถ้า ทอร์กเนื่องจกแรงเสียดทานมีค่า $10\text{ N}\cdot\text{m}$ จงคำนวณหา โมเมนต์กัมภาพณ์ของรอก 	3	3	1	ใช้ได้
14.	โมเมนต์เชิงมุม กับ การอนุรักษ์ โมเมนต์เชิงมุม	7. บอกการอนุรักษ์กับโมเมนต์ เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการ อนุรักษ์เชิงมุมได้	1. $2.6\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 2. $3.6\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 3. $5.6\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 4. $6.6\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนเป็นหมุนที่หมุนได้อย่างเสรี โมเมนต์ความเค้นมี ถัดลิมบสไว้ทั้งสองมือ ขณะที่กางแขนออกมีโมเมนต์กัมภาพณ์ รวมเป็นหมุน คน และดัมเบล เท่ากับ $2.25\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ และมี ความเร็วในการหมุน 5 rad/s เมื่อแขนทั้งสองข้างหุบเข้าหา ตัว ปกติว่าโมเมนต์กัมภาพณ์รวมลดลงเหลือ $1.80\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ความเร็วเชิงมุมจะหมุนเร็วขนาดเท่าไร 1. 5.25 rad/s 2. 5.50 rad/s 3. 6.00 rad/s 4. 6.25 rad/s	3	3	1	ใช้ได้

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อตก	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปดผด
15.	โมเมนตัมเชิงมุม ถ้าม การอนุรักษ์ โมเมนตัมเชิงมุม	7. บอกการอนุรักษ์โมเมนตัม เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการ อนุรักษ์เชิงมุมได้	วัตถุประสงค์กับปลายเปิดซึ่งตลอดผ่านรูหลอดเล็ก ๆ ปลายเปิดข้างหนึ่งตั้งชิดไว้ด้วยแรงก้ำกึ่งด้วยมือให้ วงกลมรัศมี 1 เมตร ถ้าตั้งช็อกให้รัศมีวงกลมเป็น 50 เซนติเมตร ทันที วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงมุมเท่าไร ในหน่วยเรเดียน/ วินาที ถ้าเดิมมีอัตราเร็วเชิงมุม 3 เรเดียนต่อวินาที 1. 12 <i>rad/s</i> 2. 15 <i>rad/s</i> 3. 20 <i>rad/s</i> 4. 25 <i>rad/s</i>	3	3	1	ใช้ได้
16.	โมเมนตัมเชิงมุม ถ้าม การอนุรักษ์ โมเมนตัมเชิงมุม	7. บอกการอนุรักษ์โมเมนตัม เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการ อนุรักษ์เชิงมุมได้	ขอความหนึ่งขึ้นอยู่กับเป็นมุม ในขณะที่ยื่นตอนออกอากาศ ด้วยอัตราเร็ว 0.50 รอบ /วินาที แต่เมื่อเขย่งแขนเข้าข้างตัว อัตราเร็วเปลี่ยนเป็น 0.75 รอบ/วินาที จงหาอัตราส่วนของโมเมนตัม ความถี่ของระวางตอนแรกต่อตอนหลัง 1. 2/3 2. 4/9 3. 3/2 4. 9/4	3	3	1	ใช้ได้
17.	โมเมนตัมเชิงมุม ถ้าม การอนุรักษ์ โมเมนตัมเชิงมุม	6. วิเคราะห์และอธิบาย โมเมนตัมเชิงมุมของวัตถุและ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เชิงมุมได้	ขอความหนึ่งขึ้นอยู่กับเป็นมุม ในขณะที่ยื่นตอนออกอากาศ ด้วยอัตราเร็วคงที่ ถ้าระยะจากมือถึงก้นกบมีค่าคงที่ จะได้ว่า 1. โมเมนตัมเชิงมุมและโมเมนตัมเชิงมุมของก้นกบมีค่าคงที่ 2. โมเมนตัมเชิงมุมคงที่แต่โมเมนตัมเชิงมุมมีค่าเปลี่ยนแปลง 3. โมเมนตัมเชิงมุมคงที่ แต่โมเมนตัมเชิงมุมมีค่าเปลี่ยนแปลง 4. โมเมนตัมเชิงมุมและโมเมนตัมเชิงมุมของก้นกบมีค่า เปลี่ยนแปลง			1	ใช้ได้

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปลผล
18.	งาน พลังงานของ การหมุนและการ อนุรักษ์พลังงาน	8. บอกและใช้สมการพลังงาน จลน์ของการหมุนทั้งเชิงปัญหา สถานการณ์การหมุนที่ กำหนดให้ได้	มีกำหนดชุดหนึ่งมีโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนหมุนแนวตั้ง $9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ เมื่อหมุนรอบแกนหมุนนี้ ในอัตราที่ละ 2 รอบ จงหาพลังงานจลน์ของมีกำหนดที่ 1. $2000\pi \text{ J}$ 2. $2000\pi^2 \text{ J}$ 3. $4000\pi \text{ J}$ 4. $4000\pi^2 \text{ J}$	3	3	1	ใช้ได้
19.	งาน พลังงานของ การหมุนและการ อนุรักษ์พลังงาน	8. บอกและใช้สมการพลังงาน จลน์ของการหมุนทั้งเชิงปัญหา สถานการณ์การหมุนที่ กำหนดให้ได้	วัตถุมวล M มีโมเมนต์ความเฉื่อย I และมีโมเมนต์เชิงมุม L จะมีพลังงานจลน์เนื่องจากการหมุนเป็นไปตามข้อใด 1. $MI^2/2$ 2. $IL^2/2$ 3. $I^2/2I$ 4. $IL^2/2M^2$	3	3	1	ใช้ได้
20.	การเคลื่อนที่แบบ เฉือนที่ละมุนไป พร้อมกับ	9. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน แก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบทั้ง เฉือนที่ละมุนไปพร้อมกับ ความสทกานการที่ก่อกำหนดให้ ได้	จงใช้ข้อนี้เพื่อตอบคำถามข้อ 33-34 แทนโต๊ะกลมมวล 1 kg รัศมี 0.2 m มีโมเมนต์ความเฉื่อย $0.02 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ผลิตขึ้นที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางตามพื้นเอียง ดังรูป จง ศึกษาลักษณะค่าที่กำหนด 1 m 	3	3	1	ใช้ได้
			เมื่อลดระดับความสูงจากเดิม 1 m ความเร็วเชิงเส้นของ ศูนย์ถ่วงมวลของทรงกระบอกมีค่าเท่าไรเมื่อถึงจุดโดยไม่มีเสียด 1. 3.14 m/s 2. 3.65 m/s 3. 4.47 m/s 4. 9.8 m/s				

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปลผล
21.	การเคลื่อนที่แบบ เคลื่อนที่และหมุนไป พร้อมกัน	9. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน แก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบหนึ่ง เคลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้	เมื่อลดระดับความสูงจากเดิม 1 m ความเร็วเชิงเส้นของ ศูนย์กลางมวลของทรงกลมที่ค่าเท่าไรก็ได้โดยไม่มีการ ถดถอย 1. 3.14 m/s 2. 3.65 m/s 3. 4.47 m/s	3	3	1	1ข้อได้
22.	การเคลื่อนที่แบบ เคลื่อนที่และหมุนไป พร้อมกัน	9. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน แก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบหนึ่ง เคลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้	เป็นหมุนมีโมเมนต์ความเฉื่อย $1000\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ อัตราเร็วเชิงมุม เริ่มต้นที่ 10 rad/s ต่อมาแรงเสียดทานทำให้เป็นหมุน สุดท้ายหยุดนิ่งงาน ไป 5000 J อัตราเร็วเชิงมุมตอนหลังจะมีค่า เท่าใด 1. 3.14 rad/s 2. 6.28 rad/s 3. 9.5 rad/s 4. 9.8 rad/s	3	3	:	1ข้อได้
23.	การเคลื่อนที่แบบ เคลื่อนที่และหมุนไป พร้อมกัน	9. ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน แก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบหนึ่ง เคลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้	แท่งโลหะทรงกระบอกลึบมีขนาด 1 kg รัศมี 0.2 m มีโมเมนต์ ความเฉื่อยตามสมการ $I = \frac{1}{2}mr^2$ มีจุดกึ่งรอบนอก ปลายเชือกด้านหนึ่งยึดกับผนังเพดาน เมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่ลงมา ในแนวตั้ง แท่งโลหะหมุนรอบตัวเอง โดยระนาบของการหมุนคง ตัวตลอดการเคลื่อนที่ จงหาความเร็วของแท่งโลหะทรงกระบอกลึบนี้ เมื่อแกนหมุนเคลื่อนที่ต่ำกว่าจุดปล่อย 1 เมตร 1. 3.14 m/s 2. 3.65 m/s 3. 4.47 m/s 4. 9.8 m/s	3	3	1	1ข้อได้

ข้อที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปลผล
24.	งาน พลังงานจลน์ และการอนุรักษ์พลังงานของสารเคลื่อนที่แบบหมุน	8. บดกละใช้สมการงานและ พลังงานจลน์ของการหมุน แก้ไขปัญหาสถานการณ์การ หมุนที่กำหนดให้ได้	สวานไฟฟ้า ตัวจับดอกสว่าน (chuck) หมุนด้วยทอร์ก $4 \times 10^{-4} \text{ N}\cdot\text{m}$ ทำให้ดอกสว่านหมุนไปได้ 9 รอบ จงหา งานที่ตัวจับดอกสว่านทำได้ 1. $1.2 \times 10^{-3} \text{ J}$ 2. $2.0 \times 10^{-3} \text{ J}$ 3. $7.2 \times 10^{-3} \text{ J}$ 4. $9.6 \times 10^{-3} \text{ J}$	3	3	1	1ข้อได้
25.	งาน พลังงานจลน์ และการอนุรักษ์ พลังงานของสารเคลื่อนที่แบบหมุน	8. บดกละใช้สมการงานและ พลังงานจลน์ของการหมุน แก้ไขปัญหาสถานการณ์การ หมุนที่กำหนดให้ได้	ล้อขนาด 5 กิโลกรัมมีรัศมี 20 เซนติเมตร กำลังหมุนรอบแกนกลางที่ 50 รอบต่อนาที มีทอร์กเนื่องจากความเสียด ขนาด 10 นิวตันเมตร กระทำตลอดเวลา จงหาโมเมนต์ศูนย์กลางของการ หมุนที่วางล้อหมุน ไปได้จนกระทั่งหยุด เมื่อกำหนด $I = \frac{1}{2} mr^2$ 1. 0.5 rad 2. 1.0 rad 3. 2.5 rad 4. 5.0 rad	3	3	1	1ข้อได้

จากตารางการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อสอบทั้ง 25 ข้อ ที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับจุดประสงค์ทั้ง 9 ข้อ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องและเหมาะสมรายชื่อ IOC เท่ากับ 1 ทุกจุดประสงค์ ทำให้สรุปได้ว่าข้อสอบทั้ง 25 ข้อ มีความเหมาะสมที่จะนำมา วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ผลการทดสอบหาความเชื่อมั่น (reliability)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20

จากการคัดเลือกข้อสอบที่นำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับ ม.4 ห้อง 4/1 (1) ห้องความสามารถพิเศษ วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2557 ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน มาแล้ว โดยมีจำนวนนักเรียน 20 คน ผลการทดสอบ โดยการทำแบบทดสอบที่นำมาทดลองจำนวน 40 ข้อ เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อสอบเลือกจำนวนตามตารางการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจำนวนตามที่วิเคราะห์ไว้ และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป จำนวน 25 ข้อ แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้ สูตร KR-20 ได้ผลดังตารางด้านล่างนี้

นักเรียนคนที่	ทดสอบข้อที่																				X	X ²					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			21	22	23	24	25
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23	529
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	289
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	169
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	121
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	49
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	49
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	49
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	36
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	36
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	25
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	25
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	25
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	25
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	16
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	16
score	12	14	8	11	4	6	8	4	6	6	11	16	8	6	10	8	10	4	4	4	7	9	6	10	6	198.0	2534.00
p	0.60	0.70	0.40	0.55	0.20	0.30	0.40	0.20	0.30	0.30	0.55	0.80	0.40	0.30	0.50	0.40	0.50	0.20	0.20	0.20	0.35	0.45	0.30	0.50	0.30	SUM(X ²)	2534.00
q	0.40	0.30	0.60	0.45	0.80	0.70	0.60	0.80	0.70	0.70	0.45	0.20	0.60	0.70	0.50	0.60	0.50	0.80	0.80	0.80	0.65	0.55	0.70	0.50	0.70	SUM(X)	198.00
pq	0.24	0.21	0.24	0.25	0.16	0.21	0.24	0.16	0.21	0.21	0.25	0.16	0.24	0.21	0.25	0.24	0.25	0.16	0.16	0.16	0.23	0.25	0.21	0.25	0.21	SUM(pq)	5.35
r	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.20	0.40	0.20	0.20	0.40	0.30	0.20	0.40	0.40	0.40	0.20	0.20	0.40	0.40	0.40	0.50	0.30	0.40	0.40	0.20	5 ²	30.20
																										KR-20	0.86

ตารางที่ 25 แสดงการคำนวณหาความถี่สัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยสูตร KR-20

แบบทดสอบที่ใช้ประเมินผลระหว่างเรียน
หรือแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย
และการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบหลังเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

หน่วยที่ 1

ชื่อ สกุล รหัสนักเรียน

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย 3 ข้อ ขอให้นักเรียนโปรดเขียนคำตอบตามความเข้าใจของตนเอง

1. จงเขียนสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนของกรณีต่อไปนี้

1.1 ความเร่งเชิงมุมเป็นศูนย์ 1.2 ความเร่งเชิงมุมคงตัว

2. จงเขียนคำอธิบายความหมายของตัวแปรเหล่านี้

2.1 การกระจัดเชิงมุม

2.2 ความเร็วเชิงมุม

2.3 ความเร่งเชิงมุม

3. วงล้ออันหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร หมุนด้วยความเร่งเชิงมุมคงตัว โดยเริ่มด้นหมุนจากหยุดนิ่ง แล้วหมุนไปได้ 120 รอบ ในเวลา 5 วินาที จงหา การกระจัดเชิงมุม ความเร็วเชิงมุม และความเร่งเชิงมุม

4. ล้ออันหนึ่งมีรัศมี 50 เซนติเมตร หมุนรอบแกนด้วยความเร่งเชิงมุมคงที่ 10 เรเดียน/วินาที ที่ขณะหนึ่งให้ล้อ หมุนด้วยความเร็วเชิงมุม 12 เรเดียน/วินาที จงหาว่าหลังจากนั้นอีก 3 วินาที ล้อจะกวาดมุมเพิ่มขึ้น ได้กี่เรเดียน และมีความเร็วเชิงมุมเท่าใด

ตารางที่ 26 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 1 ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบหมุน สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน (โดยผู้เชี่ยวชาญ)

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	จำนวนผู้เรียนวิชาฟิสิกส์			IOC	แปลผล
			พิจารณาความสอดคล้อง	+1	0		
1.	2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	1. จงเขียนสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนของกรณีต่อไปนี้ 1.1 ความเร่งเชิงมุมเป็นศูนย์ 1.2 ความเร่งเชิงมุมคงตัว	3			3	ใช้ได้
2.	1. บอกและอธิบายความสัมพันธ์การเคลื่อนที่เชิงเส้นกับแบบหมุนได้	2. จงเขียนคำอธิบายความหมายของตัวแปรเหล่านี้ 2.1 การกระจัดเชิงมุม 2.2 ความเร็วเชิงมุม 2.3 ความเร่งเชิงมุม	3			3	ใช้ได้
3.	2. บอกสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนและนำสมการการเคลื่อนที่แบบหมุนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	3. วงล้อหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร หมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว โดยเริ่มต้นหมุนจากหยุดนิ่ง แล้วหมุนไปได้ 120 รอบ ในเวลา 5 วินาที จงหาการกระจัดเชิงมุม ความเร็วเชิงมุม และความเร่งเชิงมุม 4. ล้อต้นหนึ่งมีรัศมี 50 เซนติเมตร หมุนรอบแกนด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่ 10 เรเดียน/วินาที ที่ขณะหนึ่งให้ล้อหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม 12 เรเดียน/วินาที จงหาว่าหลังจากนั้นอีก 3 วินาที ล้อจะกวดหมุนเพิ่มขึ้น ได้กี่เรเดียน และมีความเร็วเชิงมุมเท่าใด	3			3	ใช้ได้

แบบทดสอบหลังเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

หน่วยที่ 2 (15 คะแนน)

ชื่อ สกุล รหัสนักเรียน

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย 3 ข้อ ขอให้นักเรียนโปรดเขียนคำตอบตามความเข้าใจของตนเอง

1. จากสมการทอร์กลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ $\sum \tau = I\alpha$ จงอธิบายการหมุนของวัตถุเมื่อ

1.1 $\alpha = 0$

1.2 $\alpha =$ ค่าคงตัว

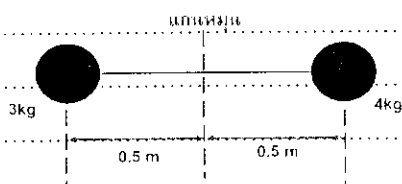
2. จงเขียนคำอธิบายความหมายและที่มาของตัวแปรเหล่านี้

2.1 ทอร์ก

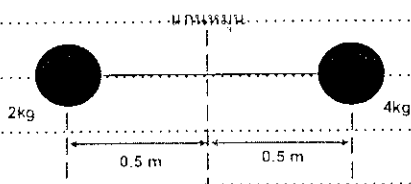
2.2 โมเมนต์ความเฉื่อย

3. วงล้ออันหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตรมวล 5 กิโลกรัม หมุนด้วยความเร่งเชิงมุมคงตัว โดยเริ่มต้นหมุนจากหยุดนิ่ง จนมีขนาดความเร็วเชิงมุม 25 เรเดียนต่อวินาทีในเวลา 5 วินาที กำหนดโมเมนต์ความเฉื่อยของวงล้อเป็นตามสมการ $I = MR^2$ จงหา ทอร์ก

4. จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของระบบมวลรอบแกนหมุนที่กำหนดให้

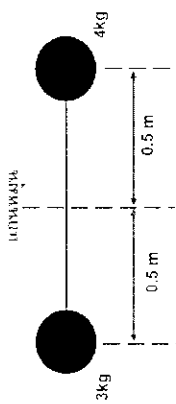
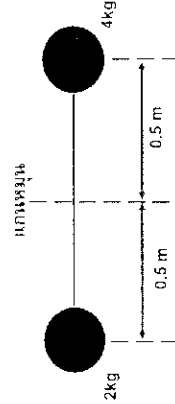


5. ถ้าระบบมวลนี้ได้รับทอร์กลัพธ์ขนาด 18 Nm กระทำ จะมีขนาดความเร่งเชิงมุมเท่าไร



ตารางที่ 27 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 2
 ทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน (โดยผู้ช่วยฯ)

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	จำนวนผู้เรียนฯ			IOC	แปลผล
			พิจารณาความสอดคล้อง	+1	0		
1.	อธิบายและวิเคราะห์ปริมาณทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อย	จากสมการทอร์กลัพธ์ที่กระทำต่อจุด $\sum \vec{\tau} = I\alpha$ จงอธิบายการหมุนของวัตถุเมื่อ 1.1 $\alpha = 0$ 1.2 $\alpha =$ ค่าคงตัว	3			3	ใช้ได้
2.	อธิบายและวิเคราะห์ปริมาณทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อย	2. จงเขียนคำอธิบายความหมายและที่มาของตัวแปรค่านี้ 2.1 ทอร์ก 2.2 โมเมนต์ความเฉื่อย	3			3	ใช้ได้
3.	ประยุกต์ใช้สมการทอร์กลัพธ์ที่วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	3. วงล้อตันหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตรมวล 5 กิโลกรัม หมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว โดยเริ่มต้นที่เวลา 5 วินาที กำหนดโมเมนต์ความเฉื่อยของวงล้อเป็นตามสมการ $I = MR^2$ จงหา ทอร์ก	3			3	ใช้ได้

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	จำนวนผู้เรียน/วิชา/ปีที่พิจารณาความสอดคล้อง	ΣR	IOC	แปดผล
4.	4. กำหนดค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุที่กำหนดให้ได้	4. จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของระบบมวลรอบแกนหมุนที่กำหนดไว้ 	3	3	1	ใช้ได้
5.	5. ประยุกต์ใช้สมการทอร์กลัพธ์วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	5. ถ้าระบบมวลนี้ได้รับทอร์กลัพธ์ขนาด 18 Nm กระทำ จะมีขนาดความเร่งเชิงมุมเท่าไร 	3	3	1	ใช้ได้

แบบทดสอบหลังเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

หน่วยที่ 3 (20 คะแนน)

ชื่อ สกุล รหัสนักเรียน

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย 4 ข้อ ขอให้นักเรียนโปรดเขียนคำตอบตามความเข้าใจของตนเอง

1. จงเขียนสมการ โมเมนต์เชิงมุม และอธิบายสมการ โมเมนต์เชิงมุม

.....

.....

.....

.....

2. การอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุมของวัตถุ

2.1 จงเขียนสมการการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม 2.2 จงบอกเงื่อนไขของการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม

.....

.....

.....

3. วงล้ออันหนึ่งมีโมเมนต์ความเฉื่อย 0.5 kgm^2 มีขนาดความเร็วเชิงมุม 25 เรเดียนต่อวินาที จงหาขนาดโมเมนต์เชิงมุมของวงล้อนี้

.....

.....

.....

4. นักกอล์ฟตีลูกหมุนตัว ขณะกำลังกางแขนขาออกมีโมเมนต์ความเฉื่อย 2.4 kgm^2 ความเร็วเชิงมุม 4 rad/s เมื่อพับแขน เข้าหากันมีความเร็วเชิงมุม 6 rad/s จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยขณะพับแขน

.....

.....

.....

ตารางที่ 28 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายชื่อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 3 โยมนต์เชิงมุม (โดยผู้ช่วยวิจัย)

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	จำนวนผู้ช่วยวิจัยที่			IOC	แปลผล
			+1	0	-1		
1.	6. วิเคราะห์และอภิปรายโยมนต์เชิงมุมของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงโยมนต์เชิงมุมได้	1. จงเขียนสมการโยมนต์เชิงมุมและอธิบายสมการโยมนต์เชิงมุม	3			3	ใช้ได้
2.	7. บอกการอนุรักษ์โยมนต์เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการอนุรักษ์เชิงมุมได้	2. การอนุรักษ์โยมนต์เชิงมุมของวัตถุ 2.1 จงเขียนสมการการอนุรักษ์โยมนต์เชิงมุม 2.2 จงบอกเงื่อนไขของการอนุรักษ์โยมนต์เชิงมุม	3			3	ใช้ได้
3.	7. บอกการอนุรักษ์โยมนต์เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการอนุรักษ์เชิงมุมได้	3. วงล้ออันหนึ่งมีโยมนต์ความเฉื่อย 0.5 kgm^2 มีขนาดความเร็วเชิงมุม 25 วัตต์ต่อวินาที จงหาขนาดโยมนต์เชิงมุมของวงล้อนี้	3			3	ใช้ได้
4.	7. บอกการอนุรักษ์โยมนต์เชิงมุมและประยุกต์ใช้สมการอนุรักษ์เชิงมุมได้	4. นักบิลเลียดกำลังหมุนตัว ขณะกำลังกางแขนออกก็มีโยมนต์ความเฉื่อย 2.4 kgm^2 ความเร็วเชิงมุม 4 rad/s มีมือหมุนเข้าหากันมีความเร็วเชิงมุม 6 rad/s จงหาโยมนต์ความเฉื่อยของแขน	3			3	ใช้ได้

แบบทดสอบหลังเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน
หน่วยที่ 4 (15 คะแนน)

ชื่อ สกุล รหัสนักเรียน

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย 3 ข้อ ขอให้นักเรียนโปรดเขียนคำตอบตามความเข้าใจของตนเอง

1. จงเขียนสมการของ

- 1.1 พลังงานจลน์ของการหมุน 1.2 พลังงานจลน์รวมของการหมุน

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

2. กังหันเฮลิคอปเตอร์มีโมเมนต์ความเฉื่อย $12 \times 10^4 \text{ kgm}^2$ หมุนด้วยความถี่ 8 รอบต่อวินาที จะมีพลังงานจลน์การหมุนกี่จูล

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

3. วงล้ออันหนึ่งมีโมเมนต์ความเฉื่อย 0.5 kgm^2 กลิ้งไปบนพื้นราบมีขนาดความเร็วเชิงมุม 25 เรเดียนต่อวินาที จงหาพลังงานจลน์รวมของวงล้อนี้ กำหนดวงล้อมีรัศมี 0.25 เมตร

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

ตารางที่ 29 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 4
พลังงานของการหมุนและการอนุรักษ์พลังงาน (โดยผู้เชี่ยวชาญ)

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาสอดคล้อง			ΣR	IOC	แปลผล
			+1	0	-1			
1.	8. บอกและใช้สมการพลังงานจลน์ของการหมุนแก่ใจ ปัญหาสถานการณ์การหมุนที่กำหนดให้ได้	1. จดเขียนสมการของ 1.1 พลังงานจลน์ของการหมุน 1.2 พลังงานจลน์รวมของการหมุน	3			3	1	ใช้ได้
2.	8. บอกและใช้สมการพลังงานจลน์ของการหมุนแก่ใจ ปัญหาสถานการณ์การหมุนที่กำหนดให้ได้	2. กิ่งหินหรือลูกบอลที่มีโมเมนต์ความเฉื่อย $12 \times 10^3 \text{ kgm}^2$ หมุนด้วยความถี่ 8 รอบต่อวินาที จะมีพลังงานจลน์ของการหมุนกี่จูล	3			3	1	ใช้ได้
3.	8. บอกและใช้สมการพลังงานจลน์ของการหมุนแก่ใจ ปัญหาสถานการณ์การหมุนที่กำหนดให้ได้	3. วงล้อตันหนึ่งมีโมเมนต์ความเฉื่อย 0.5 kgm^2 กลิ้งไปบนพื้นราบ มีขนาดความเร็วเชิงมุม $25 \text{ เรเดียนต่อวินาที}$ จงหาพลังงานจลน์รวมของวงล้อนี้ ถ้ากำหนดวงล้อมีรัศมี 0.25 เมตร	3			3	1	ใช้ได้

แบบทดสอบหลังเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

หน่วยที่ 5 (15 คะแนน)

ชื่อ สกุล รหัสนักเรียน

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย 3 ข้อ ขอให้นักเรียนโปรดเขียนคำตอบตามความเข้าใจของตนเอง

1. จงเขียนสมการอนุรักษ์พลังงานของการเคลื่อนที่แบบทั้งเลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน ทั้งยังเปลี่ยนแปลงพลังงาน
ศักย์ด้วย

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

2. วัตถุทรงกระบอกตันรัศมี 0.2 เมตร มวล 5 กิโลกรัม เริ่มกลิ้งจากยอดพื้นเอียง จงหาขนาดความเร็วของ
ทรงกระบอก เมื่อจุดศูนย์กลางมวลลดต่ำลงมาจากจุดเริ่มต้นในแนวตั้ง 10 เมตร

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

3. วงล้อ รัศมี 0.5 เมตร มวล 2 กิโลกรัม มีเชือกพันรอบวงล้อและปลายอีกด้านยึดติดกับเพดาน เมื่อปล่อยพบว่าวง
ล้อหมุนและเคลื่อนต่ำลง จงหาขนาดความเร็วของวงล้อเมื่อจุดศูนย์กลางมวลต่ำลงจากจุดปล่อย 4 เมตร กำหนด
โมเมนต์ความเฉื่อยวงล้อเป็นตามสมการ $I = mr^2$

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

ตารางที่ 30 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน หน่วยที่ 5
การเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่และหมุนไปพร้อมกัน (โดยผู้เชี่ยวชาญ)

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาความสอดคล้อง			IOC	ΣR	แปลผล
			+1	0	-1			
1.	ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานแก้ปัญหาสถานการณ์การเคลื่อนที่แบบพหุกำลังและหมุนไปพร้อมกันตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	1. งดเขียนสมการอนุรักษ์พลังงานของการเคลื่อนที่แบบพหุกำลังและหมุนไปพร้อมกัน ทั้งยังเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ด้วย	3			1	3	ใช้ได้
2.	ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานแก้ปัญหาสถานการณ์การเคลื่อนที่แบบพหุกำลังและหมุนไปพร้อมกันตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	2. วัตถุทรงกระบอกตันรัศมี 0.2 เมตร มวล 5 กิโลกรัม เริ่มกลิ้งจากยอดพื้นเอียง จางยาวขนาดความเร็วของทรงกระบอก เมื่อจุดศูนย์กลางมวลลดต่ำลงมาจากจุดเริ่มต้นในแนวตั้ง 10 เมตร	3			1	3	ใช้ได้
3.	ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานแก้ปัญหาสถานการณ์การเคลื่อนที่แบบพหุกำลังและหมุนไปพร้อมกันตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	3. วงล้อรัศมี 0.5 เมตร มวล 2 กิโลกรัม มีเชือกพันรอบวงล้อและปลายอีกด้านยึดติดกับเพดาน เมื่อปล่อยพบว่าวงล้อหมุนและเลื่อนต่ำลง จางขนาดความเร็วของวงล้อเมื่อจุดศูนย์กลางต่ำลงจากจุดปล่อย 4 เมตร กำหนดโมเมนต์ความเฉื่อยวงล้อเป็นตามสมการ $I = mR^2$	3			1	3	ใช้ได้

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา

ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน

1. นางยวิฑูรย์ ตั้งวัฒนกุล(ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาโท วท.ม. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาเอก ปร.ด. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

2. นางสาวจันทร์เพ็ญ ไพธำกัน (ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนเรศวร

ปริญญาโท วท.ม. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

3. นางชบา เมืองจัน (ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผลการศึกษา)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาโท ศษ.ม. การวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 31 แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

คำชี้แจง

1. แนววัดความพึงพอใจผู้เรียนฉบับนี้ ต้องการวัดความรู้สึของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาย์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
 2. วิธีตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ เมื่อผู้เรียนอ่านข้อความนั้น ๆ แล้ว ให้ผู้เรียนเลือกตอบตามความพึงพอใจของผู้เรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับระดับความรู้สึของผู้เรียนที่มีต่อข้อความนั้น ๆ
 3. การตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ไม่มีผลกระทบต่อคะแนนการเรียนของผู้เรียน และคำตอบของผู้เรียนจะมีคุณค่ามากที่สุด เมื่อผู้เรียนตอบให้ตรงกับความรู้สึของผู้เรียนตามความเป็นจริง
- กำหนดค่าระดับความพึงพอใจแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้
- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด | มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 5 |
| พึงพอใจอยู่ในระดับมาก | มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 4 |
| พึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง | มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 3 |
| พึงพอใจอยู่ในระดับน้อย | มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 2 |
| พึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด | มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 |

ข้อที่	รายการการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่าย					
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น					
3.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
4.	เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ชัดเจน และเข้าใจง่าย					
5.	แบบฝึกทักษะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้แต่ละตอนมีความเหมาะสม					
6.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้					
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นวิธีการเรียนที่น่าสนใจ					
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียนรู้					
9.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้					
10.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ตารางที่ 32 การวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบถาม

แบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างประเด็นข้อคำถามกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่	ประเด็นข้อคำถาม	ระดับความ สอดคล้อง			ΣR	IOC	แปลผล
		+1	0	-1			
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่าย	3			3	1.00	ใช้ได้
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น	3			3	1.00	ใช้ได้
3.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	3			3	1.00	ใช้ได้
4.	เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ชัดเจน และเข้าใจง่าย	3			3	1.00	ใช้ได้
5.	แบบฝึกทักษะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้แต่ละตอนมีความเหมาะสม	3			3	1.00	ใช้ได้
6.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	3			3	1.00	ใช้ได้
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นวิธีการเรียนที่น่าสนใจ	3			3	1.00	ใช้ได้
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสุขสานกับการเรียนรู้	3			3	1.00	ใช้ได้
9.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้	3			3	1.00	ใช้ได้
10.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้	3			3	1.00	ใช้ได้

จากตารางการตรวจสอบคุณภาพแบบตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้องระหว่างประเด็นข้อ
คำถามกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้ง 10 ข้อ ที่ พบว่ามีความสอดคล้องและเหมาะสม มีค่า IOC
เท่ากับ 1 ทุกจุดประสงค์ ทำให้สรุปได้ว่าข้อคำถามทั้ง 10 ข้อมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตรวจสอบความตรง/ความสอดคล้อง
ระหว่างประเด็นข้อคำถามกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
(โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน)

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่	ประเด็นข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง					ΣR	\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1			
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ให้นักเรียน ได้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่าย	1	2				13	4.33	ใช้ได้
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น	3					15	5.00	ใช้ได้
3.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ให้นักเรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง		3				12	4.00	ใช้ได้
4.	เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ชัดเจน และเข้าใจง่าย		2	1			11	3.67	ใช้ได้
5.	แบบฝึกทักษะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นี้แต่ละตอนมีความเหมาะสม		2	1			11	3.67	ใช้ได้
6.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ให้นักเรียน มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	2	1				14	4.67	ใช้ได้
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นวิธีการ เรียนที่น่าสนใจ	1	2				13	4.33	ใช้ได้
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ให้นักเรียน มีความสุขสนุกสนานกับการเรียนรู้		2	1			11	3.67	ใช้ได้
9.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาสให้ นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้	2	1				14	4.67	ใช้ได้
10	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยสร้าง แรงจูงใจในการเรียนรู้	1	2				13	4.33	ใช้ได้

ตารางที่ 34 การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
จากการทดลองใช้กับเรียนกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม
ของการทดลองหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
นักเรียนจำนวน 21 คน

ข้อที่	รายการการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่าย	1	5	11	1	4
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น	4	3	11	2	2
3.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	5	3	5	8	1
4.	เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	0	5	12	3	2
5.	แบบฝึกทักษะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้แต่ละตอนมีความเหมาะสม	2	3	13	2	2
6.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	3	3	12	2	1
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นวิธีการเรียนที่น่าสนใจ	1	8	9	2	1
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้	1	0	13	5	2
9.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาสให้ นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้	6	11	2	0	2
10.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้	2	3	10	4	2

ตารางที่ 35 ผลการตอบแบบสอบถามของนักเรียนกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม

ข้อที่	นักเรียนคนที่																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	3	5	3	3	4	3	2	1	3	1	4	3	3	4	3	4	3	1	4	3	3
2	3	4	3	3	5	3	3	1	3	2	4	3	3	5	4	5	3	1	5	3	3
3	4	4	2	2	5	2	3	2	2	2	5	2	3	5	4	5	2	1	5	3	3
4	3	4	3	3	4	3	3	1	3	2	3	3	3	4	3	2	2	1	4	3	3
5	4	5	4	3	3	3	3	1	4	2	3	3	3	3	2	3	3	1	3	3	3
6	3	5	3	3	4	3	3	2	3	2	3	3	3	5	4	5	3	1	4	3	3
7	4	5	4	3	4	3	3	2	3	2	4	4	3	4	3	4	3	1	4	3	3
8	3	5	3	2	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	2	2	3
9	5	5	4	5	4	4	4	1	4	3	4	4	5	4	3	4	5	1	5	4	4
10	2	5	3	2	4	3	3	1	3	4	3	3	3	2	4	5	3	1	2	3	3

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	21	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	21	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.944	10

ตารางที่ 36 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่	ประเด็นข้อความ	ระดับความพึงพอใจ					\bar{x}	แปลผล
		5	4	3	2	1		
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่าย	12	19	18	4	2	3.64	มาก
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น	7	22	20	4	2	3.51	มาก
3.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	14	16	11	12	2	3.51	มาก
4.	เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ชัดเจน และเข้าใจง่าย	1	11	32	6	5	2.95	ปานกลาง
5.	แบบฝึกทักษะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้แต่ละตอนมีความเหมาะสม	4	10	29	7	5	3.02	ปานกลาง
6.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	11	16	22	4	2	3.55	ปานกลาง
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นวิธีการเรียนที่น่าสนใจ	5	26	19	3	2	3.53	มาก
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้	4	4	30	11	6	2.80	ปานกลาง
9.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้	13	25	6	5	6	3.62	มาก
10	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้	5	8	24	14	4	2.93	ปานกลาง

จำนวนนักเรียนผู้ตอบแบบสอบถาม 55 คน

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
(E1/E2)

ตารางที่ 37 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

ตารางแสดงคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย(ระหว่างเรียน)
และคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (เต็ม 100 คะแนน)		หมายเหตุ
	ระหว่างเรียน (เต็ม 80)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ฯ (เต็ม 25)	
1	40	8	
2	59	12	
3	61	15	
เฉลี่ย	53.33	11.67	
ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	66.67 (E1)	46.67 (E2)	

จากตาราง ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(E1/E2) จากการทดสอบหา
ประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) คือ 66.67/46.67

ตารางที่ 38 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

ตารางแสดงคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย(ระหว่างเรียน)
และคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (เต็ม 100 คะแนน)		หมายเหตุ
	ระหว่างเรียน (เต็ม 80)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ฯ (เต็ม 25)	
1	53	12	
2	56	16	
3	58	16	
4	65	20	
5	61	22	
6	69	23	
เฉลี่ย	60.33	18.17	
ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	75.42 (E1)	72.67 (E2)	

จากตาราง ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(E1/E2) จากการทดสอบหา
ประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) คือ 75.42/72.67

ตารางที่ 39 การทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (เต็ม 100 คะแนน)	
	ระหว่างเรียน (เต็ม 80)	คะแนนผลสัมฤทธิ์ฯ (เต็ม 25)
1	41	11
2	47	13
3	59	16
4	58	14
5	62	21
6	60	22
7	55	23
8	62	22
9	56	23
10	67	20
11	65	22
12	67	19
13	66	20
14	72	21
15	73	20
16	73	21
17	73	22
18	70	23
19	78	21
20	79	23
21	78	24
เฉลี่ย	64.81	20.05
ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	81.01 (E1)	80.19 (E2)

จากตาราง ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน($E1/E2$)จากการทดสอบหา
ประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) คือ 81.01/80.19

ภาคผนวก จ

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 40 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (เต็ม 25 คะแนน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	16
2	7	18
3	9	20
4	4	22
5	3	23
6	10	19
7	9	18
8	6	19
9	6	19
10	5	21
11	7	22
12	9	23
13	4	20
14	9	23
15	6	20
16	10	22
17	8	18
18	5	20
19	6	21
20	6	19
21	7	22

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (เต็ม 25 คะแนน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
22	12	22
23	12	23
24	3	20
25	14	23
26	8	22
27	9	24
28	9	20
29	12	21
30	13	22
31	5	8
32	6	12
33	9	18
34	6	16
35	8	17
36	6	16
37	7	20
38	7	18
39	5	15
40	9	17
41	8	19
42	7	20
43	6	19
44	7	20
45	7	22

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (เต็ม 25 คะแนน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
46	9	23
47	6	21
48	12	23
49	8	20
58	10	22
51	9	22
52	8	21
53	8	24
54	8	22
55	9	23

นักให้ความร่วมมือทุกชั้นตอนจนเสร็จสิ้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนจำนวนทั้งสิ้น 55 คน

ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์จำนวนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
เพื่อทดสอบค่า t (t -test)

T-TEST PAIRS=posttest WITH pretest (PAIRED)
/CRITERIA=CI(.9500)
/MISSING=ANALYSIS.

T-Test

[DataSet0] C:\Users\JonYuch\Desktop\My Research\CA1 with
RotationMotion\Works\prepostanalysis.sav

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 posttest	20.0000	55	2.97521	.40118
pretest	7.7455	55	2.39767	.32330

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 posttest & pretest	55	.363	.006

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 posttest - pretest	12.25455	3.06847	.41375	11.42502	13.08407	29.618	54	.000

ตารางที่ 42 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อที่	รายการการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					ผลการวิเคราะห์		
		5	4	3	2	1	\bar{x}	S.D.	แปลผล
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักศึกษาได้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่าย	0	7	9	0	0	3.29	0.51	ปานกลาง
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยเข้าใจ เนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น	5	2	9	0	0	3.65	0.93	มาก
3.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักศึกษามีความสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	6	3	3	4	0	3.65	1.25	มาก
4.	เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ชัดเจน และเข้าใจง่าย	0	3	13	0	0	3.24	0.40	ปานกลาง
5.	แบบฝึกหัดหะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนนี้แต่ละตอนมีความเหมาะสม	0	2	14	0	0	3.24	0.34	ปานกลาง
6.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้	3	6	7	0	0	3.88	0.77	มาก
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นวิธีการ เรียนที่น่าสนใจ	0	5	11	0	0	3.53	0.48	มาก
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ นักศึกษามีความสนุกสนานกับการเรียนรู้	0	1	15	0	0	3.35	0.25	ปานกลาง
9.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เปิดโอกาส ให้นักศึกษามีอิสระในการเรียนรู้	4	12	0	0	0	4.53	0.45	มากที่สุด
10.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยสร้าง แรงจูงใจในการเรียนรู้	0	9	7	0	0	3.94	0.51	มาก
รวมทุกประเด็น			18	50	88	4	0	0.73	มาก

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ประวัติผู้วิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นางยวิฑูรย์ ตั้งวัฒนกุล (ผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาโท วท.ม. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาเอก ปร.ด. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

2. นางสาวจันทร์เพ็ญ ไพรงแก่น (ผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (ฟิสิกส์)

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญาโท วท.ม. (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

3. นายปรีชา ฤทธิเดช (ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์)

การศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาโท ศษ.ม. การมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. นางชบา เมืองจีน (ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผลการศึกษา)

การศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาโท ศษ.ม. การวัดและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

5. นายฤทธิชัย หอมใบเตย (ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน)

การศึกษา

ปริญญาตรี วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีประทุม

ปริญญาโท วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ประวัติผู้วิจัย

นายวิรัช นาสารีย์

การศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) พ.ศ.2543

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) พ.ศ.2557

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้)

พ.ศ.2559

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง