ผลของการใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สารนิพนธ์

ของ

สินี ตันประเสริฐ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2554

ผลของการใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สารนิพนธ์

ของ

สินี ตันประเสริฐ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ

ของ

สินี ตันประเสริฐ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2554

สินี ตันประเสริฐ. (2554). *ผลของการใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล.

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน จากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ก่อนและหลังการทดลอง และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน จากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน มา 1 ห้องเรียน จำนวน 55 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เวลาในการสอน 10 คาบ ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One -Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากได้รับการจัดการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้อง สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากได้รับการจัดการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF USING INTERACTIVE LESSONS ON GRAPH THEORY ON MATHAYOMSUKSA V STUDENTS' MATHEMATICS ACHIEVEMENT

AN ABSTRACT

BY

SINEE TANPRASERT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education Degree in Secondary Education

at Srinakharinwirot University

May 2011

Sinee Tanprasert. (2011). *The Effect of Using Interactive Lessons on Graph Theory Towards Mathayomsuksa V Students' Mathematics Achievement*. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Asst. Prof. Chaisak Leelajaruskul.

The purposes of this study were to compare students' mathematics learning achievement before and after being taught by using interactive lesson on graph theory and to compare students' mathematics achievement after being taught by interactive lesson on graph theory with a criterion.

The subjects comprised 55 Mathayomsuksa V students, enrolled in the second semester of 2010 academic year in Arunvitthaya school, Sangarun, Thapsakae, Prachuap Khiri Khan through Cluster Random sampling. Instrument research are interactive lesson, lesson plan and mathematics achievement test the experiment lasted for 10 periods. The one-group pretest-posttest design was used for this study. The data were analyzed by using t-test for dependent samples and t-test for one sample.

The conclusion of this were as follows:

1. The mathematics academic achievement of students after being taught by using interactive lesson on graph theory was significantly higher than that before being taught at the .01 level of significance.

2. The mathematics academic achievement of students after being taught by using interactive lesson on graph theory was significantly higher than the criterion of 70% at the .01 level of significance.

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก คณะอาจารย์ภาคหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้เอาใจใส่ และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ และรองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วัชรพล พิมพ์เสริฐ อาจารย์ ดร.จรรยารักษ์ ทองสมพร อาจารย์ พิสมัย จันทร์ทัพ อาจารย์ ศิริพร ฑิตะลำพูน และอาจารย์ พงศยา จันทรานุสนธิ์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้คำแนะนำ ให้เครื่องมือมีความสมบูรณ์ และเรียบร้อย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนอรุณวิทยา และคณะครูอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการเก็บรวบรวมข้อมูลจนสำเร็จ ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอรุณวิทยา ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัย และขอขอบใจเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) ที่คอยเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยทำงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

สินี ตันประเสริฐ

สารบัญ

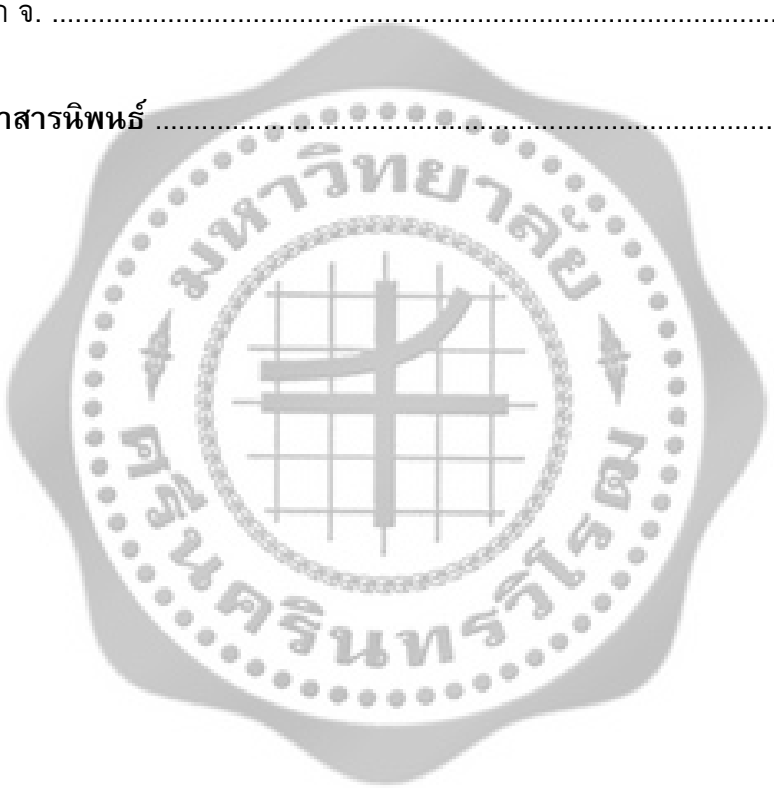
บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	5
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	6
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
	ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
	ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
	ลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15
	ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี	18
	การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	22
	ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	24
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	29
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์	33
	ความหมายของสื่อปฏิสัมพันธ์	33
	ระดับของการมีปฏิสัมพันธ์	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์	35
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate	37
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate	37
	ระบบวิธีใช้โปรแกรม Adobe Captivate 4	38
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate	42
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	43
	ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	43
	ปัจจัยและองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	46
	ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	48
	ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	50

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
2(ต่อ)		
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	52
3	**วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า**	54
	การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	54
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	62
	การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	63
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	67
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
5	**สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	69
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	69
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	69
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	69
	วิธีการดำเนินการทดลอง	70
	การวิเคราะห์ข้อมูล	70
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	70
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	71
	ข้อสังเกตจากการศึกษา	72
	ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม		74

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก.	82
ภาคผนวก ข.	95
ภาคผนวก ค.	106
ภาคผนวก ง.	127
ภาคผนวก จ.	135
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	137



บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง	63
2	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น	67
3	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กับเกณฑ์	68
4	ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	83
5	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น	84
6	ค่า x และค่า x^2 ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	86
7	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	89
8	คะแนนผลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 (20 คะแนน) จำนวน 55 คน	91
9	ค่า x และค่า x^2 ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 55 คน	93

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงส่วนประกอบหน้าแรกของโปรแกรม Adobe Captivate	39
2	แสดงส่วนประกอบภายในโปรแกรม Adobe captivate	40
3	แสดงส่วนประกอบของ Object Toolbar	41
4	ประเภทต่างๆ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์	50
5	ขั้นตอนการสร้างและวิธีหาคุณภาพบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ..	55
6	ขั้นตอนกำหนดโครงสร้างของบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น	57
7	ขั้นตอนการสร้างและวิธีหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น	59
8	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น	61

บัญชีตาราง

ตาราง
หน้า

1. แบบแผนการทดลอง 66
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น 70
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กับเกณฑ์ 70
4. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น 86
5. คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (20 คะแนน) จำนวน 55 คน 87
6. ค่า x และค่า x^2 ในการหาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ……..
89

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบที่
หน้า

1. ส่วนประกอบหน้าแรกของโปรแกรม Adobe captivate …….
41
2. ส่วนประกอบภายในโปรแกรม Adobe captivate ……...
42
3. ส่วนประกอบของ Object Toolbar ……..
43
4. แสดงประเภทต่างๆ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ …….
53
5. แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างและวิธีหาคุณภาพบทเรียนแบบปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม Adobe captivate 4 เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น .....
59
6. แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างและวิธีหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น …….
60
7. แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น .....
62
8. แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น .....
64

มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กรมวิชาการ. 2551: 4) ทั้งยังมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีความรู้อันเป็นสากล มีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต (กรมวิชาการ. 2551: 5) คณิตศาสตร์ จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยใช้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กรมวิชาการ. 2551: 56) ดังนั้นวิชาคณิตศาสตร์ จึงเป็นวิชาที่สำคัญอีกวิชาหนึ่ง จึงควรพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาให้ส่งผลต่อการพัฒนาของผู้เรียน ดังนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ครูต้องเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอน ให้มีลักษณะที่น่าสนใจ ท้าทายและสัมพันธ์กับเนื้อหาในบทเรียน ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนที่มีความหมายและนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สุลัดดา ลอยฟ้า. 2541: 9 – 10)

จากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่า ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรเพราะ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันไม่เน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ แต่เน้นที่ตัวผู้สอนเป็นหลัก จึงทำให้ผู้เรียนจำนวนมากยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จะเห็นได้จากคะแนน O-NET ของนักเรียนโรงเรียนอรุณวิทยา ต.แสงอรุณ อ.ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 พบว่า คะแนนวิชาคณิตศาสตร์คะแนนเต็ม 100 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ย 29.00 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2553: ออนไลน์) ดังนั้นผู้สอนควรจะเปลี่ยนบทบาท และจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียนให้มากขึ้น

การเรียนรู้ในปัจจุบัน ได้มีนวัตกรรมใหม่ๆ เข้ามาเพื่อตอบสนองความต้องการเรียนรู้ของคนในยุคนี้ ซึ่งเป็นยุคที่ไร้พรมแดนขวางกั้น ความรู้ในปัจจุบัน ถูกถ่ายทอดส่งต่อกันในรูปแบบของดิจิตอล ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต ทางทีวี และทางคอมพิวเตอร์ (อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. 2553: 3) ซึ่งในห้องเรียนหนึ่งๆ ประกอบด้วย นักเรียนที่มีความแตกต่างในด้านต่างๆ ถ้าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน แต่ละบุคคลก็จะช่วยเอื้อการเรียนรู้ของนักเรียนได้มาก (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2548: 131) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจาก

ผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์และความถนัดที่แตกต่างกัน การสอนแบบปฏิสัมพันธ์เป็นวิธีการที่จะจัดเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน และเป็นหลักประกันได้ว่าผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้นในการเรียน และมีการตอบสนองต่อบทเรียนอย่างถูกต้องโดยอาศัยหลักการของทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ ทฤษฎีการเสริมแรงนี้นับว่า เป็นรากฐานและเป็นหัวใจสำคัญของเทคโนโลยีของการสอนแบบต่างๆ ที่นำมาใช้ในการสอนรายบุคคล ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เป็นการให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยได้รับผลป้อนกลับทันที และให้ผู้เรียนได้เรียนไปทีละขั้นตอน อย่างเหมาะสมตามความต้องการและความสามารถของตน (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 123 – 124)

การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถพบข้อสรุปในบทเรียนต่างๆ ได้เร็วยิ่งขึ้น (อำนาจ เชื้อบ่อคา. 2547: 1 – 2) นอกจากนี้การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการสอน ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง ตามเวลาและสถานที่ที่ตนเลือก (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 126) โปรแกรม Adobe Captivate 4 เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่ช่วยสร้างสื่อปฏิสัมพันธ์ได้ง่ายและรวดเร็วแล้ว และผู้เรียนไม่ต้องมีโปรแกรมอยู่ในเครื่องของตนเองด้วย นอกจากนี้ยังมีจุดเด่นอีกหลายประเด็นเช่น สามารถดึงดูดความสนใจด้วยแอนิเมชั่นและวิดีโอ สร้างระบบปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานโดยการสร้างกรอบคลิก การนำภาพเข้ามาและภาพจะแสดงเมื่อผู้เรียนมีการลากเมาส์มายังตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ สร้างแบบทดสอบได้หลายรูปแบบ และสามารถสร้างคลังข้อสอบเมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบระบบจะสุ่มข้อสอบขึ้นมา แม้ผู้เรียนนั่งติดกันก็ไม่สามารถลอกคำตอบได้ เพราะแต่ละคนจะได้แบบทดสอบที่ไม่เหมือนกัน (อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. 2553: 254) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เนคาติ (Necati. 2009: 1 – 10) ได้ให้ครูพัฒนาซอฟแวร์ เพื่อการศึกษาเพื่อความหลากหลายของกลุ่มการเรียนรู้ จากการทดลองพบว่าครูส่วนใหญ่ ระบุว่าการสร้างสื่อมัลติมีเดียของตนเองโดยใช้ Adobe Captivate เป็นวิธีการที่ง่าย ประหยัดเวลา และสามารถสร้างบทเรียนที่น่าสนใจให้กับผู้เรียนได้มากกว่าการสอนแบบดั้งเดิม ทั้งยังเพิ่มโอกาส และเครือข่ายการเรียนรู้ให้กับผู้สอนและผู้เรียน และจากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาการใช้สื่อปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอน พบว่าการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีปฏิสัมพันธ์จะช่วยเพิ่มการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน (Klawe. 1998: Online) และงานวิจัยของสุบิน ยมบ้านกวย (2550: 131 – 134) ได้พัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ต่อการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์

จากเหตุผลดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความสนใจสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Adobe Captivate 4 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เนื่องจากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์สามารถทำงานตอบสนองผู้เรียนได้ในทันที และเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้ครูมีทางเลือกในการจัด

กิจกรรรมการเรียนการสอนอีกทางหนึ่ง

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ ก่อนและหลังการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ กับเกณฑ์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ได้แนวทางให้ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ให้มีรูปแบบใหม่ที่น่าสนใจ แก่ผู้สอน เพื่อให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสามารถนำไปพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 100 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน มา 1 ห้องเรียน จำนวน 55 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนอรุณวิทยา พุทธศักราช 2551 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาทดลอง 10 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ
2. บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

	ชุดที่ 1 กราฟ	2	คาบ
	ชุดที่ 2 ดีกรีของจุดและแนวเดิน	4	คาบ
	ชุดที่ 3 กราฟออยเลอร์	2	คาบ
3.	ทดสอบหลังเรียน	1	คาบ
	รวมทั้งหมด	10	คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ หมายถึง บทเรียนที่เรียนกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งบทเรียนจะนำเสนอโดยใช้โปรแกรม Adobe Captivate 4 โดยที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง และมีการออกแบบกิจกรรมให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและสื่อการสอนผ่านทางแป้นพิมพ์ หรือเม้าส์ โดยผู้เรียนต้องปฏิบัติตามบทเรียนโดยครูเป็นผู้คอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียน บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์การประกอบไปด้วย

1.1 คำชี้แจง เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นให้ผู้ใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ได้ศึกษาและปฏิบัติตาม

1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์จากการเรียนในแต่ละครั้ง

1.3 เนื้อหาสาระของบทเรียน เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนได้เรียนรู้จากกรอบข้อความ ซึ่งผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมที่ครูสร้างขึ้น แล้วผู้เรียนสรุปความคิดรวบยอดจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติ

1.4 แบบฝึกหัด เป็นส่วนที่ฝึกให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ในระหว่างเรียนมากยิ่งขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนทั้งความรู้และทักษะ ตลอดจนความสามารถในการเรียนรู้ที่ได้รับหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ซึ่งในการศึกษาค้นคว้านี้ประเมินจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ตามแนวคิดของวิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 685) ซึ่งมี 4 ระดับดังนี้

2.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับมโนมติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับหลักการทั่วไป โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแปลงรูปของปัญหาจากแบบ

หนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง ความสามารถในการดำเนินการตามแนวของเหตุผล และความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย ความสามารถในการเปรียบเทียบ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร

2.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปอ้างอิงทั่วไป

3. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2552: 17 – 18) ดังนี้

80 – 100	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ	ดีเยี่ยม
75 – 79	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในกระดับ	ดีมาก
70 – 74	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ	ดี
65 – 69	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ	ค่อนข้างดี
60 – 64	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ	ปานกลาง
55 – 59	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ	พอใช้
50 – 54	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
0 – 49	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ	ต่ำกว่าเกณฑ์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนจากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. นักเรียนที่ได้รับสอนจากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.3 ลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.4 ลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี
   1.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์
   2.1 ความหมายของสื่อปฏิสัมพันธ์
   2.2 ระดับของการมีปฏิสัมพันธ์
   2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate
   3.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate
   3.2 ระบบวิธีใช้โปรแกรม Adobe Captivate
   3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   4.2 ปัจจัยและองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   4.3 ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   4.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

อาร์มซีย์ และ ดาห์ล (Armsey; & Dahl. 1973: 63) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่าหมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสอน ซึ่งผู้เรียน จะต้องเรียนรู้ด้วยตนเองและทำกิจกรรมผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนตอบคำถามผ่านทางแป้นพิมพ์ และสิ่งที่ปรากฏอยู่บนจอภาพ อาจเป็นภาพและบทความ หรือสไลด์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกควบคุม โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดหน่วยการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ยิ่งไปกว่านั้น ผู้สอนอาจจะเขียนสิ่งที่สอนไว้เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ด้วย

ซินน์ (Zinn. 1976: 268) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัด แบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่นักเรียน และช่วยในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

ซิพเพิล (Sipple. 1981: 77) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การประยุกต์ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ประยุกต์เป็นการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ และขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์จะสามารถตอบข้อที่บกพร่องของผู้เรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536: 136) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ได้จัดกระทำไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์โดยการนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการสอนกับผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์โดยตรงตามความสามารถ

ทองแท่ง ทองลิ่ม (2541: 10 – 11) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือ ในการสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ลักษณะของการนำเสนอ อาจมีทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีหรือเสียง เพื่อเป็นสิ่งดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการแสดงผลการเรียนให้ทราบทันที ด้วยข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน และยังมีการจัดลำดับวิธีการสอนหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนในการผลิตอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหา

วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544: 12) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ อุปกรณ์การเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่เป็นโปรแกรมบรรจุด้วยเนื้อหาความรู้ แบบฝึกหัด แบบทดสอบ และสถานการณ์จำลองที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง โดยการกระตุ้นโต้ตอบตามความแตกต่างของแต่ละบุคคลและมีการเสริมแรงแก่ผู้เรียน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545: 65) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง วิถีทางของการสอนรายบุคคลโดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วย บทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่ผู้เรียนด้วยตนเอง เป็นผู้ที่ต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งมาทางจอภาพ ผู้เรียนจะตอบคำถามทางแป้นพิมพ์ แสดงออกมาทางจอภาพ

มีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือหรือบางทีอาจใช้ร่วมกันกับ อุปกรณ์อย่างอื่นด้วย เช่น สไลด์ วีดิทัศน์ เป็นต้น

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550: 100) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วยอิเล็กทรอนิกส์

ทิศนา แขมมณี (2552: 151) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยขยายขอบเขตความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสามารถในการสอนของครู โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ขึ้นมา หรือจัดหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมที่มีผู้สร้างไว้แล้วมาให้ผู้เรียน หรือเขียนโปรแกรมให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถสร้างบทเรียนขึ้นเอง และใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอบทเรียน ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งโดยมีการนำสื่อประสมเข้ามาช่วยในการนำเสนอ เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้ตามการนำเสนอของบทเรียน ซึ่งจะออกแบบไว้ให้ผู้เรียนได้รับผลย้อนกลับตามการตอบสนองของตน และเมื่อเรียนจบ ผู้เรียนจะได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ของตน และทราบผลการเรียนรู้ของตน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนโดยนำเสนอเนื้อหา แบบฝึกหัด และกิจกรรมต่างๆ ด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหว หรือเสียง โดยมีผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้ตามการนำเสนอของบทเรียน และเมื่อผู้เรียนเรียนจบจะได้รับการประเมินผลการเรียนของตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยตนเองและมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์โดยตรง ตามความสามารถ

1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สวนานนท์ (2530: 216 – 220) ได้แบ่งประเภทงานการสอนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1. การฝึกทักษะ และทำแบบฝึกหัด (Drill) วิธีนี้เป็นวิธีที่รู้จักกันดีมาตั้งแต่เริ่มแรก โดยมักจะเริ่มต้นด้วยการเตรียมเนื้อหามาให้อ่าน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ หรือความชำนาญ แต่แบบฝึกหัดในลักษณะนี้ มักจะเป็นบทเรียนสั้นๆ ที่นิยมกันมากแบบหนึ่งก็คือ จับคู่ ชี้ว่าถูก/ผิด และเลือกข้อที่ถูกจากตัวเลือก 3-5 ตัว

การสอนในลักษณะนี้ จะต้องทำเป็นโปรแกรมบทเรียน คือ ค่อยๆ เพิ่มเนื้อหาโดยให้เริ่มจากง่ายไปจนถึงยาก

การเตรียมคำถามจะต้องเตรียมไว้มากๆ ผู้เรียนควรจะได้สุ่มเลือกขึ้นมาเอง โดยไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อน หรือจำได้จากการทำในครั้งแรก วิธีการนี้จะช่วยประกันว่าแบบฝึกหัดที่ทำทุกครั้งจะถูกเรียงข้อต่างกัน ผู้เรียนจะต้องไม่สามารถจำได้ โปรแกรมดีๆ จะต้องทำให้ผู้สอนสามารถวิจัยได้ด้วยว่าข้อทดสอบแต่ละข้อ ถ้าผู้เรียนตอบอย่างหนึ่งจะแสดงผลอย่างหนึ่ง ถ้าผู้เรียนตอบอีกอย่างหนึ่งจะแสดงผลอีกอย่างหนึ่ง ผู้สอนน่าจะมีโอกาสแก้ไขปรับปรุงแบบฝึกหัดให้เข้ากับกลุ่มการเรียนที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะกลุ่มได้ด้วย

การเก็บระเบียนการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจมีส่วนสำคัญมากด้วย บางโปรแกรมอาจจะบังคับให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนจนกว่าจะถูกต้องถึงร้อยละ 80 ถึงจะถือว่าสอบผ่านก็ได้

2. การเจรจา (Dialogue) วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเช่นกัน ถึงแม้ว่า วิธีการทำจะค่อนข้างยุ่งยาก กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่า แทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีรักษาให้ก็ได้

3. การจำลองสภาพ (Simulation) วิธีการนี้เป็นการนำเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพราะบางทีประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไป หรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีขับเครื่องบิน ผู้เรียนน่าจะลองขับในเครื่องจำลอง (ด้วยคอมพิวเตอร์) มากกว่า การสอนด้วยวิธีนี้ จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความชำนาญอย่างแท้จริง ความสำเร็จจริงๆ ก็อยู่ที่ว่า ซีเอไอ นั้นสามารถจำลองสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด การจำลองมี 3 ลักษณะ คือ

3.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) จำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ ในนครหลวง ดูว่า จะมีปัญหาอย่างใด หรือไม่ ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริงๆ

3.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience Encounter Simulation) เช่น การจำลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่าง หรือตัดสินใจในบางเรื่อง การทำจริงๆ อาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการาจำลองสภาพว่า ประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่า ควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่า จะมีความรู้สึกความคิดเห็นต่างๆ อย่างไร

4. เกม (Games) การเรียนรู้จากการเล่น เป็นเรื่องที่เป็นที่ยอมรับกันมานานแล้ว การเล่นเกมเป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนาน และหากเลือกเล่นให้เป็นแล้ว เกมนั้นจะช่วยในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก โรงเรียนบางแห่งนำเกมบางเกมมาเล่นในโรงเรียน โดยเห็นว่ามีคุณค่าทางการศึกษา

เกมนั้นมีเป้าหมายที่แน่นอน ผู้เล่นจะต้องพยายามให้บรรลุเป้าหมายคือ ชัยชนะ โดยต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์ต่างๆ ประกอบด้วยตลอดเวลา ในหลายกรณีเกมจะเหมือนกับการจำลองสภาพที่กล่าวถึงมาแล้วในข้อ 3

เกมนั้นมี 2 ประเภท คือ การแข่งขัน และการร่วมมือ เกมการแข่งขันมอง แต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเอง ให้อยากพบความสำเร็จ ส่วนเกมความร่วมมือ มักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีม เช่น เกมที่นำคนกลุ่มหนึ่งไปทิ้งไว้บนเกาะที่มีทรัพยากรจำกัด ผู้เล่นแต่ละคนจะถูกกำหนดให้มีของติดตัวบางอย่าง และมีความสามารถพิเศษเฉพาะตัว เป้าหมายของทุกคน คือ ช่วยกันให้อยู่รอด

เกมนั้นมีประโยชน์ ทั้งเพื่อความสนุกสนานและเพื่อการศึกษา ถ้าเป็นการเล่นเพียงคนเดียว ก็อาจเป็นการฝึกให้ใช้ตาและมือให้สัมพันธ์กัน ถ้าเป็นการแข่งขัน ก็เป็นการสอนให้รู้จัก

ใช้ปฏิภาณ หรือความสามารถเอาชนะคู่ต่อสู้ให้ได้ เกมพวกนี้อย่างน้อยก็ทำให้ความกลัวที่จะใช้คอมพิวเตอร์ลดลงไป เด็กสมัยใหม่ๆ ที่รู้จักเล่นตู้เกมมาตั้งแต่เล็กจะไม่กลัวเรื่องคอมพิวเตอร์เลย ทั้งยังอาจช่วยผู้ใหญ่ที่ไม่คุ้นการใช้คอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

เกมที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนด้วย มีตัวอย่างเช่นเกมประเภทจับคู่ ซึ่งเป็นการสอนศัพท์ เกมวิ่งแข่ง ซึ่งผู้เล่นต้องสุ่มเรียกเลขมา 3 ตัว จัดการบวกลบให้ไปได้ไกลที่สุดเท่าที่จะไปได้ โดยไม่ตกบันไดหรือถอยหลังไปตั้งต้นใหม่ ซึ่งเป็นการสอนคณิต

5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) CAI ประเภทนี้ จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนน หรือน้ำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น การประกวดนางสาวไทย เราอาจให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตัดสินให้โดยกำหนดเกณฑ์ “ต้อง” และ “ควร” ให้ต่างกันมากๆ เป็นต้นว่า ต้องมีความสวยมาก ควรมีมรรยาทงาม น้ำหนักของสองข้อนี้จะเท่ากันไม่ได้เลย ถ้าคะแนนมารยาทงามได้ 100 แต่คะแนนความสวยได้ 49 ก็ควรจะ “ตกรอบ” เพราะเกณฑ์ความสวยเป็น “ต้อง” เกณฑ์มารยาทงามเป็น “ควร” อีกคนหนึ่งอาจได้คะแนนความสวยเพียง 70 และคะแนน มารยาทงาม 49 ถ้ามีการประกวด 2 คน คนหลังควรได้เป็นนางสาวไทย เพราะคะแนน “ต้อง” ผ่าน คะแนน “ควร” ตก ทั้งๆ ที่คนหลังได้คะแนนรวมเพียง 120 คนแรกได้ถึง 149

นอกจากนั้นในหลายสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดเลขในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ การทำเช่นนี้ ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูก ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค. แปลว่า คำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลย ดังนี้เป็นต้น

การแก้ปัญหาบางอัน กว่าผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากเพียงไร

6. การค้นพบของใหม่ ประสบการณ์เป็น “ครู” ที่ดี การให้โอกาสผู้เรียนมีประสบการณ์ในด้านต่างๆ มาก ผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง เป็นต้นว่า การคิดภาษาโลโก (LOGO) ทำให้นักเรียนตัวเล็กๆ สามารถเข้าใจอะไรได้ง่ายๆ เพราะโลโกเป็นภาษาอิงภาพ ขณะที่ผู้เรียนเรียนการใช้ภาษาต่างๆ ของโลโก แล้วลองใช้คำสั่งต่างๆ จะทำให้มีภาพเกิดขึ้น เขาก็จะเรียนรู้ไปด้วย ตั้งแต่ศัพท์หลักการพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ เรขาคณิต เช่นการทำมุมต่างๆ เป็นต้น

7. การทดสอบ การใช้ ซีเอไอ มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักต่างๆ ต่อไปนี้

7.1 การสร้างข้อสอบ

7.2 การจัดข้อสอบ

7.3 การตรวจให้คะแนน

7.4 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

7.5 การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541: 11 – 12) แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไรหรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะสามารถควบคุม การเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหา ในบทเรียนนั้นๆ ได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมากโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่นๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอัตราอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ไปจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วๆ ไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545: 65 – 68) ได้สรุปการจัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. บทเรียน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียน โปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อยๆ เป็นการเรียนแบบการสอนของครู คือ จะมีบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย และแนวคิดที่จะสอนในรูปแบบของข้อความ ภาพ และเสียงหรือทุกแบบรวมกัน หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ ตลอดจนมีการเสริมแรงสามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิม หรือข้ามบทเรียนที่ผู้เรียนรู้แล้วไปได้ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกผลว่าผู้เรียนทำได้เพียงไร อย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนบางคนได้

2. ฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่จะใช้เสริมการสอน เมื่อครูหรือผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ ลักษณะแบบฝึกหัดที่นิยมกันมาก คือ การจับคู่ ชี้ว่า ถูก - ผิด และตัวเลือกข้อถูกจาก 3 – 5 ตัวเลือก การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะต่างๆ จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก หากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะและปฏิบัติ ไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงด้านเดียวแต่ยังช่วยผู้เรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่เสมอ

3. จำลองแบบ (Simulation) ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญ และเป็นสิ่งจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่ในหลายๆ วิชาไม่สามารถทดลองให้เป็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมีที่ต้องใช้เวลานานหลายวัน จึงปรากฏผลให้เห็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจำลองแบบ ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น เช่น การสอนเรื่องโปรเจคไตล์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถสร้างการจำลองเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนเห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย การจำลองแบบบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการได้มาก การจำลองแบบ อาจจะช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายได้

4. เกมทางการศึกษา (Educational Game) เกมการศึกษาหลายๆ เรื่อง ช่วยพัฒนาความคิดอ่านต่างๆ ได้ดี เช่น เกมเติมคำ เกมการคิดแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อมๆ กัน เป้าหมายหลักของเกมการศึกษาคือช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญสำหรับในส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่วๆ ไป คือ เรื่องของการแข่งขัน แต่ก็เป็นการนำเกมไปสู่การเรียนนั่นเอง

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่ครูผู้สอน มักนำมาใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ ครูจะเป็นผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะว่าคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม อีกทั้งมีสีและเสียงอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อการสาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างอะตอม เป็นต้น

6. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวัดวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

7. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การใส่รหัสหรือหมายเลข จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

8. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. แบบรวมวิธีต่างๆ เข้าด้วยกัน (Combination) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้การประยุกต์เอาวิธีการหลายแบบเข้ามารวมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550: 100 – 102) ได้จัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทได้ ดังนี้

1. ประเภทติวเตอร์/ฝึกทบทวน รูปแบบการนำเสนอ เช่นนี้ เป็นที่นิยมใช้กันอยู่มาก โดยเฉพาะสำหรับการสอนที่ต้องการนำเสนอเนื้อหา ด้วยการบอกเล่า (Fact) มีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

1.1 การนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอในบางรูปแบบอาจไม่มีส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียน แต่อาจจะสรุปย่อ หรือกล่าวนำเนื้อหาและ/หรือแสดงให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมของเนื้อหาผ่านเมนู

1.2 นำเสนอเนื้อหา

1.3 ฝึกปฏิบัติ

1.4 ให้ผลป้อนกลับ

1.5 การสรุปบทเรียน

2. ประเภทฝึกปฏิบัติ รูปแบบการสอนในประเภทนี้ คล้ายคลึงกับรูปแบบติวเตอร์เพียงแต่ไม่มีส่วนของการนำเสนอเนื้อหา แต่ทดแทนด้วยการเสนอหัวข้อการฝึกให้เลือกปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ความชำนาญ และในบางครั้งรูปแบบของการนำเสนอแบบนี้มักจะผสมผสานกับแบบติวเตอร์ ซึ่งมีทิศทางเลือกหรือการชี้แนะให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม มีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1 การนำเข้าสู่บทเรียน นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ บางโปรแกรมอาจให้ทางเลือกในการเข้าสู่สรุปย่อของเนื้อหา

2.2 เสนอรายการเลือกเพื่อการฝึกปฏิบัติ

2.3 ให้ผลป้อนกลับ

2.4 การสรุปบทเรียน

3. ประเภทการจำลอง การสอนด้วยการจำลองนั้น สามารถจำลองวัตถุหรือสิ่งที่มีรูปร่างทางกายภาพ หรือสิ่งที่เป็นนามธรรม จำลองกระบวนการ จำลองสถานการณ์ หรือจำลองวิธีการ มีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้ คือ

3.1 การนำเข้าสู่บทเรียน นำเสนอสถานการณ์

3.2 ให้ผู้เรียนโต้ตอบกับสถานการณ์นั้นๆ

3.3 โปรแกรมให้ผลป้อนกลับตามที่สถานการณ์ที่ผู้เรียนเลือกเพื่อให้ผู้เรียน เรียนรู้จากสถานการณ์นั้น และสรุปบทเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลอง

4. ประเภทเกม รูปแบบการสอนเช่นนี้ มีความคล้ายคลึงกับประเภทการจำลองสถานการณ์ เร้าให้ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ภายใต้จินตนาการ จากสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น กระตุ้นด้วยการสร้างความอยากรู้อยากเห็น ท้าทาย ผู้เรียนให้เกิดการค้นคว้า/หรือทดลอง ส่วนใหญ่รูปแบบของเกม จึงมักผสานเข้ากับรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ ดังนั้น รูปแบบของเกม จึงประกอบด้วย

4.1 การกำหนดกติกาของการเรียนรู้ด้วยการเล่นในเบื้องต้น

4.2 นำเสนอสถานการณ์ให้ผู้เรียนเลือกหรือโต้ตอบ รวมทั้งอาจเปิดให้มีการแข่งระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

4.3 มีการให้ผลป้อนกลับจากโปรแกรมด้วย ให้รางวัลที่จะได้รับจากโปรแกรมในรูปของคะแนนหรืออื่นๆ หรือกรณีที่เป็นการแข่งขันผู้เรียนอาจได้รับผลป้อนกลับจากผู้เรียนด้วยกัน

4.4 สรุปการตัดสินหรือรางวัลรวมทั้งสิ่งได้รับจากการเรียนรู้

4.5 ประเภทการทดสอบ รูปแบบของการทดสอบมักจัดรวมอยู่ในการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งอาจจัดให้เกิดขึ้นทั้งในรูปแบบการประเมินความก้าวหน้าและการประเมินผลรวม นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งที่เป็นแบบปรนัย อัตนัย จับคู่ ถูกผิด เติมคำในช่องว่าง ซึ่งสามารถประยุกต์ ออกแบบเป็นการทดสอบในรูปแบบที่หลากหลาย ตามความสามารถของเทคโนโลยี เช่น การลาก และการวาง การต่อจิ๊กซอ การต่อเส้น ฯลฯ ทั้งนี้การทดสอบเช่นนี้สามารถทำให้เป็นระบบอัตโนมัติ และจัดเก็บเข้าฐานข้อมูลเป็นระบบของคลังข้อสอบ เพื่อการนำไปใช้และการเก็บสถิติเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป การจัดการทดสอบประกอบด้วยลำดับขั้น ดังนี้

4.5.1 ตรวจสอบตัวตนจริงของผู้สอบ (Author Deification)

4.5.2 กำหนดกติกาของการสอบ คะแนน เวลาทำสอบ

4.5.3 ตรวจ คำนวณ และจัดเก็บ คะแนนการสอบ และแจ้งผลของการสอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ 6 ประเภท คือ

1. บทเรียน เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียน ที่นำเสนอเนื้อหา ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือทบทวนเนื้อหาเดิม อาจจะนำเสนอในรูปแบบของข้อความ ภาพ หรือเสียง ซึ่ง

ผู้เรียนมีอิสระในการที่จะตัดสินใจว่าจะเลือกเรียนเนื้อหาในส่วนใด หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถรู้ผลย้อนกลับ สามารถย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมหรือข้ามไปเรียนบทเรียนอื่นได้

2. แบบฝึกหัด เป็นบทเรียนที่ใช้เสริมการสอน ซึ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อทบทวนเพิ่มพูนความรู้ แบบฝึกหัดที่นิยมใช้กันมากคือ แบบเลือกตอบ แบบจับคู่ แบบถูกผิด แบบเติมคำตอบสั้นๆ การเตรียมแบบฝึกหัดผู้สอนควรเตรียมไว้มากๆ ให้โปรแกรมสุ่มข้อสอบขึ้นมาในแต่ละครั้งแตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจำคำถามหรือคำตอบได้จากการทำครั้งแรก

3. การจำลอง เป็นบทเรียนที่จำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น เพราะในบางบทเรียนไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเดินทางของแสง การหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือบางปรากฏการณ์ต้องเสียค่าใช้จ่ายแพงเกินไป การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการจำลองแบบทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น และสามารถลดค่าใช้จ่ายและลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในสถานที่จริง

4. เกม รูปแบบการสอนนี้ กระตุ้นผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ทำให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ผู้เรียนจะได้ทั้งความสนุกสนานและความรู้ไปในเวลาเดียวกัน

5. การแก้ปัญหา เป็นบทเรียนให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกตัดสินใจในการแก้ปัญหา โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาแต่ละปัญหา

6. การทดสอบ คือ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างแบบทดสอบ ตรวจแบบทดสอบ และการคำนวณผลสอบ ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะมีการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการทดสอบคือทำให้ผู้เรียนได้รู้ผลสอบโดยทันที และทราบว่าตนเองยังขาดความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องใดก็สามารถย้อนกลับไปเรียนบทเรียนนั้นๆ ใหม่

1.3 ลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนการสอนแบบรายบุคคลประเภทหนึ่ง ที่นำเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรมของ สกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องช่วยสอนของ เพรสซี่ (Pressey) มาผสมผสานกัน โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนอง ในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ซึ่งบุญเกื้อ ควรหาเวช (2545: 69 – 71) ได้สรุปลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียน และบอกจุดประสงค์ของการเรียนเพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้ทราบว่า เมื่อการเรียนจบบทเรียนนี้แล้วเขาจะสามารถทำอะไรได้บ้าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำเสนอวิธีการในรูปแบบที่น่าสนใจได้ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะภาพเคลื่อนไหว เสียงหรือผสมผสานหลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียนให้มุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนบางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อน หรือมีรายการ (Menu) เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และผู้เรียนจัดลำดับการเรียนก่อนหลังได้ด้วยตนเอง

2. ขั้นการสร้างเนื้อหา เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในเรื่องใดแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบๆ (Frame) ในรูปแบบที่เป็นตัวอักษร ภาพ เสียง ภาพกราฟิก

และภาพเคลื่อนไหว เพื่อเร้าความสนใจในการเรียน และสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่างๆ แต่ละกรอบ หรือเสนอเนื้อหาเรียงลำดับไปทีละอย่างทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อที่จะให้ได้เรียนรู้ได้มากที่สุด ตามความสามารถ และมีการชี้แนะ หรือการจัดเนื้อหาสำหรับการช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนที่ดีขึ้น

3. ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนไปแล้ว เพื่อที่จะวัดผู้เรียนว่า มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วเพียงใดก็จะมีการทบทวนโดยการให้ทำแบบฝึกหัดและช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความชำนาญ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัด และช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความชำนาญ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัดชนิดคำถาม แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียน ได้น่าสนใจมากกว่าแบบทดสอบธรรมดา และผู้เรียนตอบคำถามผ่านทางแป้นพิมพ์หรือเมาส์ (Mouse) นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ด้วย ถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ในเวลาที่กำหนดไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้

4. ขั้นการตรวจคำตอบ เมื่อระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับคำตอบจากผู้เรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบ การแจ้งผล อาจแจ้งเป็นข้อความกราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น การให้คำชมเชย เสียงเพลง หรือให้ภาพกราฟิกสวยๆ และถ้าผู้เรียนตอบผิด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกใบ้ให้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำถามนั้นใหม่ เมื่อตอบได้ถูกต้อง จึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเวียนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนในหน่วยนั้นๆ

5. ขั้นของการปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำการประเมินผลของผู้เรียนโดยการทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่ได้สร้างเก็บไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการที่ทำในครั้งแรกๆ นั้นได้ หรือแบบไปรู้คำตอบนั้นมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ เมื่อทำแบบทดสอบนั้นเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของตนเองว่าผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่แรก ไม่รวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลาที่ใช้ในการเรียนในหน่วยนั้นๆ ได้ด้วย เป็นต้น

พจนีย์ สุขชาวนา (2548: 4 – 5) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะสำคัญ 9 ประการ คือ

1. เนื้อหาวิชาแบ่งออกเป็นกรอบย่อยๆ เรียกกรอบแต่ละกรอบจะบรรจุข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียน เป็นข้อความที่กะทัดรัด แต่สื่อความหมายได้สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ ไม่ควรมีตัวอักษรมากหรืออาจบันทึกเสียงคำบรรยายเอาไว้จะเพิ่มความน่าสนใจได้มาก

2. แต่ละกรอบจะต้องกำหนดการตอบสนองจากผู้เรียน ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง อาจจะเป็นแบบตอบคำถามหรือเติมคำ หรืออื่นๆ ก่อนที่จะศึกษาในกรอบต่างๆ ไปเพื่อประเมินผลว่าผู้เรียนผ่านจุดประสงค์ตามที่ตั้งไว้ในกรอบหรือไม่

3. บทเรียนในแต่ละบทควรกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน ผู้เรียนสามารถตรวจสอบและประเมินผลได้ และทราบว่าความต้องการของบทเรียนคืออะไร ผู้เรียนจะต้องให้ความสำคัญกับเรื่องใดบ้าง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมควรกระชับ ไม่กว้าง หรือแคบจนเกินไป หรือคาดหวังไว้สูงหรือต่ำจนเกินไป

4. ควรมีการให้ผลย้อนกลับหลังจากได้ทำแบบฝึกหัด หรือตอบคำถามใดๆ ควรมีการให้ผลย้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรงที่สำคัญมาก และเป็นจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ้าผู้เรียนตอบถูกหรือแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ออกมาควรให้คำชมเชย หรือเสริมแรง ถ้าตอบผิดควรให้กำลังใจ และอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์

5. การจัดเรียงกรอบต่างๆ ควรเรียงจากง่ายไปยาก หรือจากของเก่าไปสู่ของใหม่ โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้และรู้สึกสนุกในการใช้บทเรียน

6. บทเรียนควรมีการทดสอบ และปรับปรุงอยู่เสมอ สามารถยืดหยุ่นได้เหมาะสมกับผู้เรียนและกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งแตกต่างกันไป และบางครั้งเนื้อหาอาจไม่เหมาะสมกับช่วงเวลา สถานที่ เพศ วัย ประสบการณ์ของผู้เรียนควรมีการพัฒนาและปรับปรุงอยู่เสมอหลีกเลี่ยงสิ่งที่ซ้ำซากหน้าเบื่อ แต่ละกรอบควรมีรูปแบบที่น่าสนใจแตกต่างกันไป

7. ข้อความในบทเรียนต้องเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ สามารถอ่านหรือศึกษาได้เข้าใจง่าย อย่าใช้คำที่ยากต่อความเข้าใจหรืออาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจผิดในเนื้อหาได้

8. บทเรียนต้องไม่ผูกพันกับเวลา จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความสามารถและความพร้อมของแต่ละบุคคล บทเรียนต้องไม่กำหนดเวลาเพราะจะเป็นการบังคับผู้เรียนให้เขาเรียนตามความสามารถและความพร้อมของผู้เรียนเอง

9. การใช้บทเรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ในความดูแลของผู้สอน ควรให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มที่ และศึกษาแบบเอตักบุคคล แต่ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ติดต่อ เพื่อสอบถามหรือขอคำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ 4 ประการ คือ

ขั้นนำ จะเริ่มตั้งแต่ทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียน และบอกจุดประสงค์ให้กับผู้เรียนทราบว่าเมื่อเรียนบทเรียนนี้แล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งในขั้นนำนี้ ผู้สอนควรนำเสนอให้มีความน่าสนใจ โดยอาจจะนำภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือนำหลายๆ อย่างมาผสมผสานกัน หรือมีรายการ (Menu) เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และผู้เรียนสามารถจัดลำดับการเรียนก่อนหลังได้ด้วยตนเอง

ขั้นสอน เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนเรื่องใดแล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะนำเสนอเนื้อหาเป็นกรอบย่อยๆ ซึ่งในแต่ละกรอบบรรจุเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียน โดยนำเสนอในรูปแบบของตัวอักษร เสียง ภาพ หรือภาพกราฟิก เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ซึ่งในแต่ละกรอบจะต้องกำหนดการตอบสนองจากผู้เรียนในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง

ขั้นทดสอบ เมื่อผู้เรียนเรียนเนื้อหาในแต่ละเรื่องจบแล้ว เพื่อวัดความเข้าใจของผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนไปมากน้อยเพียงใด โดยมีแบบฝึกทัดทบทวน ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำโดยผู้เรียนตอบคำถามผ่านทางแป้นพิมพ์หรือเมาท์

ขั้นตรวจสอบ เมื่อได้รับคำตอบที่ผู้เรียนป้อนข้อมูลให้ไว้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบ การแจ้งผลอาจแจ้งเป็นข้อความกราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกอาจมีการเสริมแรง เช่น มีเสียงปรบมือ มีข้อความยินดี หรือมีภาพกราฟิก เป็นต้น แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดอาจมีคำใบ้ให้ผู้เรียนและให้ผู้เรียนหาคำตอบใหม่ได้

1.4 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

แนวคิดของนักวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น แฮนนาฟิน และ เพค (Hannafin; & Peck) ได้ให้ข้อคำนึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ ลักษณะของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ 12 ประการ ดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2545: 71 – 74; อ้างอิงจาก Hannafin; & Peck. 1988: 17 – 23)

1. สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของการสอนเพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียนนั้นได้มีความรู้และทักษะ ตลอดจนทัศนคติที่ผู้สอนได้ตั้งไว้ และผู้เรียนสามารถประเมินผลด้วยตนเองว่าบรรลุจุดประสงค์ในแต่ละข้อหรือไม่

2. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน การสร้างบทเรียนจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญว่า ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถพื้นฐานอยู่ในระดับใด ไม่ควรที่จะยากหรือง่ายจนเกินไป

3. บทเรียนที่ดีควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุด เพราะการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรมีประสิทธิภาพมากกว่าเรียนจากหนังสือ เพราะสามารถสื่อสารกับผู้เรียนได้ 2 ทาง

4. บทเรียนที่ดีควรจะมีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนในหัวข้อที่ตนเองมีความสนใจ และต้องการที่จะเรียนและสามารถที่จะข้ามบทเรียนที่ตนเองเข้าใจแล้วได้ แต่ถ้าบทเรียนที่ตนเอง ยังไม่เข้าใจก็สามารถเรียนซ่อมเสริม จากข้อแนะนำของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

5. บทเรียนที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน ควรมีลักษณะเร้าความสนใจผู้เรียนได้ตลอดเวลา เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนอยู่เสมอ

6. บทเรียนที่ดี ควรสร้างความรู้สึกในทางบวกกับผู้เรียน ควรทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเพลิดเพลิน เกิดกำลังใจและควรที่จะหลีกเลี่ยงการลงโทษ

7. ควรจัดทำบทเรียนให้สามารถแสดงผลย้อนกลับไปยังผู้เรียนให้มากๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การแสดงผลย้อนกลับในทางบวก ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนชอบและไม่เบื่อหน่าย

8. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน บทเรียนควรปรับเปลี่ยนให้ง่ายต่อกลุ่มผู้เรียน เหมาะกับการจัดตารางเวลาเรียน สถานที่ติดตั้งเครื่องมีความเหมาะสม

ควรคำนึงถึงการใส่เสียงระดับเสียงหรือดนตรีประกอบ ควรให้เป็นที่ดึงดูดใจผู้เรียนด้วย

9. บทเรียนที่ดี ควรมีวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างเหมาะสม ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายและตรงเกินไป ควรหลีกเลี่ยงคำ หรือข้อความในคำถามที่ไร้ความหมาย การเฉลี่ยคำตอบควรให้แจ่มแจ้ง ไม่คลุมเครือและไม่ควรให้เกิดความสับสน

10. บทเรียนควรใช้กับคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นแหล่งทรัพยากรทางการเรียนอย่างชาญฉลาด ไม่ควรเสนอบทเรียนในรูปอักษรอย่างเดียวหรือเรื่องราวที่พิมพ์เป็นอักษรโดยตลอด ควรใช้สมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ เช่น การเสนอด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหว ผสมตัวอักษรหรือให้มีเสียง หรือแสงเน้นที่สำคัญ หรือวลีต่างๆ เพื่อขยายความคิดของผู้เรียนให้กว้างไกลมากขึ้น ผู้ที่สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรตระหนักในสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ตลอด ข้อจำกัดต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ด้วย เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความสูญเสียบางสิ่งบางอย่างของสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ไป เช่น ภาพเคลื่อนไหวปรากฏช้าเกินไปการแบ่งส่วนย่อยๆ ของโปรแกรมมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้

11. บทเรียนที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบการสอนคล้ายๆ กับการผลิตสื่อชนิดอื่นๆ การออกแบบบทเรียนที่ดีย่อมจะสามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนได้มาก การออกแบบบทเรียนย่อมประกอบด้วยการตั้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน การจัดลำดับขั้นตอนของการสอน การสำรวจทักษะที่จำเป็นต่อผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จึงควรจัดลำดับขั้นตอน การสอนให้ดี มีการวัดผลและการแสดงผลย้อนกลับให้ผู้เรียนได้ทราบ มีแบบฝึกหัดพอเพียง และให้มีการประเมินผลขั้นสุดท้าย เป็นต้น

12. บทเรียนที่ดี ควรมีการประเมินผลทุกแง่ทุกมุม เช่น การประเมินคุณภาพของผู้เรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความสวยงาม ความตรงประเด็น และตรงกับทัศนคติของผู้เรียน เป็นต้น

พจนีย์ สุขชาวนา (2548: 72 – 74) ได้กล่าวถึง ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ดังนี้

1. ยึดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเป็นหลัก เพื่อตรวจสอบเบื้องต้นว่าสอดคล้องกับหลักสูตร หรือตรงกับเป้าหมายของบทเรียนหรือไม่เพียงใด การกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนที่ชัดเจนส่งผลให้

1.1 สามารถจัดกิจกรรมที่เหมาะสมในการสร้างบทเรียน

1.2 นักเรียนทราบจุดหมายของการเรียน ซึ่งเป็นการเพิ่มความสนใจได้ทางหนึ่ง

1.3 ครูตัดสินใจได้ว่า จะใช้บทเรียนนั้นหรือไม่ อย่างไร

1.4 มีดัชนีประเมินผลการเรียนรู้

2. สอดคล้องกับระดับของผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละบทเรียนถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองผู้เรียนเฉพาะกลุ่มเท่านั้น เช่น เป็นบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ครูจึงต้องเลือกบทเรียนที่เหมาะสมกับวัย ความรู้เดิม ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน

เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีความรู้เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะการตอบสนอง เช่น นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 – 2 ซึ่งยังอ่านหนังสือไม่คล่อง ควรเลือกใช้ระบบสัมผัส หรือกดเมาส์แทนการตอบสนองบทเรียนด้วยการพิมพ์ข้อความ

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียนได้มากที่สุด ข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำคัญยิ่งคือ การให้ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียนได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนได้ เพราะการโต้ตอบช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น จึงควรใช้ความได้เปรียบข้อนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ไม่ควรสร้างบทเรียนให้เหมือนกับการอ่านหนังสือธรรมดา ซึ่งเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มและแพงเกินไป

4. ตอบสนองผู้เรียนเป็นรายบุคคล คอมพิวเตอร์สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการโต้ตอบกับบทเรียนมาจำแนกผลการเรียนผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้นำผลการเรียนของตน มาวิเคราะห์ปรับปรุงตนเอง นำเสนอบทเรียนให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสนใจและความสามารถของตน นอกจากมีบทเรียนที่เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละคนแล้ว ควรมีส่วนซ่อมเสริมเพื่อให้ความรู้พื้นฐาน หรือเพิ่มเติมน่าสนที่ผู้เรียนยังไม่ได้เรียนรู้มาก่อน

5. มีสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจตลอดบทเรียน บทเรียนสร้างความสนใจได้ดีเพียงใดไม่ใช่เพียงแต่การนำเสนอบทเรียนผ่านจอคอมพิวเตอร์เท่านั้น ขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีของผู้สร้างบทเรียน ได้แก่กระบวนการนำเสนอกิจกรรมที่ยั่วยุให้ผู้เรียนตอบสนองบทเรียนอย่างต่อเนื่องรวดเร็ว และถูกต้องตลอดเวลา บทเรียนที่ดีจะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้คงอยู่ตลอดบทเรียน บทเรียนใดที่ยั่วยุความสนใจของนักเรียนไม่ได้ บทเรียนนั้นก็จะไร้คุณค่าทันที และยังอาจมีผลกระทบต่อบทเรียนอื่นๆ ที่ตามมาอีกด้วย กล่าวคือบทเรียนถัดไปอาจมีประสิทธิภาพสูง แต่ถูกมองข้ามไปเพราะผู้เรียนถูกลดความสนใจไปก่อนแล้ว

6. ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อบทเรียน กล่าวคือ บทเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีความสุข มีการเสริมแรงทั้งบวกและทางลบอย่างพอเหมาะ เพื่อที่จะสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จให้กับผู้เรียน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับที่หลากหลาย ข้อมูลย้อนกลับสำหรับผู้เรียนที่อยู่ในวัยเยาว์ควรเป็นไปในทางสร้างสรรค์ เช่น คำชม ภาพหน้ายิ้ม หรือเสียงปรบมือ สำหรับผู้เรียนที่ทำถูกต้องและภาพหน้าร้องไห้ เสียงโลหะกระทบพื้น ยางรถแตก หรือลูกโป่งแตก เมื่อผู้เรียนยังทำได้ไม่ถูกต้องเพื่อหลีกเลี่ยงความรู้สึกว่าถูกลงโทษ แต่ถ้าจะให้ถูกต้อง ต้องฝึกยอมรับความจริง ยอมรับตนเอง และมีพัฒนาการด้านความรู้สึกนึกคิดที่มีต่ออารมณ์ที่มากระทบควรใช้คำพูดที่ตรงไปตรงมา

8. ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอน กล่าวคือ บทเรียนแต่ละบทเรียนมีกิจกรรมการเรียนที่แตกต่างกัน กิจกรรมของบทเรียนต้องมีส่วนช่วยให้การเรียนหรือการทดลองสะดวกและง่ายขึ้น และต้องคำนึงถึงความกระชับของบทเรียน การให้เสียงและเพลงประกอบซึ่งจะไปรบกวนผู้เรียนคนอื่นๆ ได้

9. ประเมินผลการเรียนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งส่วนของการประเมินผลนี้ นับได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญยิ่ง และเป็นข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเก็บบันทึกคะแนนและประมวนผลการเรียนได้อย่างรวดเร็ว แต่การประเมินจะถูกต้องหรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการตั้งคำถามของผู้ผลิตบทเรียน และความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เข้าใจคำตอบของผู้เรียนด้วย มิฉะนั้นการประเมินคำตอบอาจผิดพลาดได้

10. ใช้ทรัพยากรของคอมพิวเตอร์ได้อย่างฉลาด กล่าวคือ ไม่ใช่นำเสนอให้อ่าน แต่อักษรอย่างเดียว เพราะคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีสมรรถนะสูง และสามารถสร้างสรรค์บทเรียนแบบมัลติมีเดีย สามารถปรับแสงสว่างให้เข้ากับบรรยากาศของเรื่องราว พร้อมทั้งมีเสียงให้สัมผัสได้ราวกับอยู่ในเหตุการณ์จริง จึงสามารถนำกลับมาใช้ขยายขอบเขตความคิดของผู้เรียนได้อย่างกว้างขวางและควรได้ใช้คุณค่าของคอมพิวเตอร์เสริมเข้าไปในการคำนวณ การจัดเก็บรักษาข้อมูล การแปลความหมายของการประมวลผลให้ทราบได้ทันที ให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนได้ตามลักษณะของผลการเรียน และแสดงผลสัมฤทธิ์ทั้งรายบุคคลและเปรียบเทียบทั้งกลุ่ม

11. มีหลักการในการออกแบบบทเรียนที่ดี หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมือนกับการผลิตสื่อทางการศึกษาทั่วไป ที่อาศัยหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ในการจูงใจผู้เรียน เช่น บอกวัตถุประสงค์ในการเรียน การทดสอบก่อนเรียน การสรุปบทเรียน มีคำชี้แจงที่ชัดเจนให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมทันที จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ มีหลักการประเมินผลในการตรวจสอบความรู้ หรือผลสัมฤทธิ์ และหลักการซ่อมเสริมในการเพิ่มส่วนขาดและเติมส่วนที่ควรเพิ่มพูน เป็นต้น

12. ผ่านการประเมินประสิทธิภาพมาแล้ว ตลอดทั้งบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องมีการประเมินในทุกขั้นตอนทั้งในด้านคุณค่าทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีได้ 5 ประการ คือ

1. นำเสนอเนื้อหาได้ตรงตามจุดประสงค์ เพื่อผู้เรียนจะได้มีความรู้และทักษะตามที่ผู้สอนได้ตั้งไว้

2. มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ทั้งการออกแบบควรให้สอดคล้องกับความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์

3. ควรออกแบบให้บทเรียนมีความชัดเจนและน่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนอยู่เสมอ

4. บทเรียนควรมีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนซ้ำในบทเรียนที่ยังไม่เข้าใจหรือข้ามบทเรียนที่ตนเองเข้าใจแล้วได้

5. บทเรียนควรผ่านการประเมินคุณภาพมาแล้ว เช่น มีการประเมินคุณภาพของผู้เรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความตรงประเด็น ความสวยงาม เป็นต้น

1.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โรบายเออร์ และ ฮอลล์ (กรมวิชาการ. 2544: 44-45; อ้างอิงจาก Roblyer; & Hall. 1985: 123 – 124) ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ โรบายเออร์ และ ฮอลล์ (Roblyer; & Hall) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดเป้าหมายการสอน วิเคราะห์รูปแบบการสอน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดวิธีการประเมินผล และการออกแบบกลวิธีการสอน ซึ่งกำหนดอย่างชัดเจนตั้งแต่วางแผนออกแบบบทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการออกแบบบทเรียน โดยเขียนเป็นผังงาน สร้างกรอบแสดงเรื่องราว (Storyboard) ของบทเรียนว่า จะประกอบด้วยอะไรบ้าง มีข้อความ การเสริมแรง ผลป้อนกลับ การดำเนินขั้นตอนของเนื้อหา ขั้นสุดท้ายของขั้นตอนนี้ก็คือ การทบทวนการออกแบบก่อนนำไปสร้างโปรแกรมบทเรียน และในขั้นนี้ควรจัดทำเอกสารหรือคู่มือประกอบสำหรับผู้เรียนและผู้สอนด้วย

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการทดลองสร้างโปรแกรมบทเรียน มีการทดสอบการใช้และแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบบทเรียน

พรเทพ เมืองแมน (2544: 46 – 48) ได้สรุปขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน ในการวางแผนเพื่อผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น มีส่วนต้องนำมาพิจารณา 3 ประการ คือ

1. การวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน และความต้องการของผู้เรียน
2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นการระบุสิ่งที่คาดหวังว่า ผู้เรียนจะได้รับหลังจากการเรียนบทเรียน
3. การกำหนดกิจกรรมการเรียน โดยเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา บทเรียน และความรู้หรือทักษะที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบบทเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน และได้กำหนดวัตถุประสงค์ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนแล้ว จึงนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการจัดแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดลำดับของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตามธรรมชาติของเนื้อหาบทเรียน แล้วจึงกำหนดเป็นโครงสร้างของบทเรียน
2. การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนการออกแบบการนำเสนอเนื้อหาทั้งที่เป็นข้อความกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการออกแบบลักษณะของจอภาพที่ผู้เรียนจะได้เป็นบทหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพียงแต่สตอรี่บอร์ดเป็นการออกแบบลงบนกระดาษ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการสร้างสตอรี่บอร์ด สำหรับการผลิตสไลด์หรือโทรทัศน์นั่นเอง

3. การเขียนผังงาน โดยการเขียนผังแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาบทเรียน กิจกรรม การฝึก การประเมินผลการเรียน ฯลฯ เพื่อแสดงให้เป็นโครงสร้าง รวมทั้งความสัมพันธ์ของกิจกรรม ที่ต้องนำเสนอในบทเรียน เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนของการดำเนินการสร้างบทเรียน โดยการแปลงบทหรือสตอรี่บอร์ดให้เป็นบทเรียนที่จะสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างบทเรียน โดยใช้ภาษาหรือโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีให้เลือกหลากหลายโปรแกรม เช่น Authorware, Multimedia Toolbook หรือ Director เป็นต้น

2. การผลิตเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะเป็นการช่วยให้ผู้สอนหรือผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเอกสารจะเป็นลักษณะของคำแนะนำการใช้บทเรียน คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน ใบงานหรือแบบฝึกหัด เป็นต้น เพื่อให้การใช้บทเรียนเกิดประสิทธิผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและแก้ไขบทเรียน จะกระทำขึ้นเมื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จัดทำขึ้น ก่อนนำไปใช้งาน การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นต้องมีการกระทำทั้งในรูปแบบของการประเมินระหว่างบทเรียน และการประเมินสื่อสรุปรวบยอด เพื่อเผยแพร่ในวงกว้างหรือการตีพิมพ์

ในการประเมินบทเรียนนั้น ควรเริ่มตั้งแต่ในระยะที่กำลังดำเนินการเขียนโครงร่างของเนื้อหาบทเรียน ออกแบบแนวการสอน สร้างบทฉบับร่าง โดยขอความร่วมมือจากผู้ที่เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการผลิตบทเรียนมาให้ความคิดเป็น ข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจทำอย่างไม่เป็นทางการ แต่จะให้ผลดีอย่างมากต่อการสร้างบทเรียนที่มีคุณภาพ หลังจากการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิข้างต้นแล้ว ก็ต้องมีการทดลองใช้กับตัวอย่างประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะต้องเลือกสรรให้เป็นตัวแทนที่ดี กล่าวคือ มีผู้เรียนทั้งในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิงและชาย เป็นต้น การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่กำลังใช้บทเรียนก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำ อีกทั้งข้อมูลย้อนกลับจากผู้เรียน ทั้งในแง่ผลสัมฤทธิ์ และเจตคติต่อบทเรียน จะต้องนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาบทเรียนก่อนจะนำไปเผยแพร่แก่สาธารณชน

สานนท์ เจริญฉาย (2533: 172 – 173) กล่าวถึงการดำเนินการเขียนโปรแกรมสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. พิจารณาผู้เรียนว่าเป็นใคร ระดับชั้นเรียนใด ทั้งนี้เพราะวุฒิภาวะของผู้เรียนมีผลต่อลักษณะการจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาปรากฏที่หน้าจอ ตัวอักษรที่ใช้รูปภาพ ประกอบหรือข้อความและสิ่งเร้าที่จะให้คอมพิวเตอร์โต้ตอบผู้เรียนเพื่อดึงดูดความสนใจตลอดจนความยาวของบทเรียนหรือแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน ด้วยเหตุนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในระดับประถมศึกษาจึงต้องมีลักษณะบางอย่างที่แตกต่างจากระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

2. กำหนดเนื้อหาและศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหานั้นๆ

3. ตั้งจุดหมายของบทเรียน ต้องการที่จะให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลอะไรบ้าง

4. กำหนดโครงสร้างและข้อความที่จะเสนอทางจอภาพ เช่น เนื้อหาของบทเรียนแบบฝึกหัด คำติชม การประเมินผล เป็นต้น

ทักษิณา สวนานนท์ (2530: 221 – 223) กล่าวถึงการออกแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ว่า ต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญของสาขาที่สร้างบทเรียน เมื่อผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาที่กำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้แล้ว นักการศึกษาจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบของโปรแกรมบทเรียน กล่าวคือ แบ่งออกเป็นกรอบๆ กำหนดให้มีการเสนอกรอบทีละกรอบตามด้วยแบบฝึกหัด และแบบทดสอบมีการอธิบายคำตอบที่ผิด และวิเคราะห์คำตอบที่ผิดเพื่อดูว่าทำไมจึงผิด

เมื่อผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชากำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้แล้ว นักการศึกษาจะต้องช่วยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปของโปรแกรมแบบเรียน คือ แบ่งออกเป็นกรอบๆ กำหนดให้มีการนำเสนอกรอบทีละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัดและทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ผิดและวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้นเพื่อดูว่าทำไมถึงผิด

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีได้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และจุดประสงค์ เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน และขอบเขตของเนื้อหา

2. ออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการจัดแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดลำดับของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตามธรรมชาติของเนื้อหาบทเรียน พร้อมทั้งเขียนผังแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาบทเรียน กิจกรรม การฝึก การประเมินผลการเรียน ฯลฯ เพื่อแสดงให้เป็นโครงสร้าง รวมทั้งความสัมพันธ์ของกิจกรรม

3. สร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยให้สอดคล้องกับผังความสัมพันธ์ที่เขียนขึ้น

4. ประเมินและแก้ไขบทเรียนเพื่อให้บทเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบบทเรียน

1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.6.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536: 138) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะได้ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เป็นการกระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจแก่ผู้เรียน

2. คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการให้ภาพ และเสียง ตลอดจนข้อความที่เคลื่อนไหวได้ ทำให้มีความเหมือนจริงมากขึ้น เป็นการเพิ่มแรงจูงใจให้อยากเรียนรู้ และทำกิจกรรมต่างๆ ได้ โดยที่สื่อชนิดอื่นชนิดเดียวไม่สามารถจะทำได้ การเสนอภาพ เสียง และอักษรในเรื่องต่างๆ

พร้อมๆ กัน บนจอภาพ เป็นการใช้มัลติมีเดียที่สร้างเสริมประสบการณ์ได้กว้างขวาง ครอบคลุมได้มากกว่าครู

3. คอมพิวเตอร์ในรูปของ CAI ใช้ในการบันทึก และตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนและแสดงให้เห็นได้ทั้งรูปของตัวอักษร ภาพ และแผนภูมิ เป็นการประเมินผลของผู้เรียนตลอดเวลา

4. จากข้อมูลข้อ 3 ทำให้คอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการทำนาย และชี้แนวโน้มของระดับการเรียนหรือความสามารถของแต่ละบุคคลได้เป็นอย่างดี ตอบสนองปรัชญาการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล

5. CAI จะออกแบบให้ปรับได้กับผู้เรียนที่มีความสามารถ และความสมบูรณ์ของวุฒิภาวะแต่ละคนได้อย่างดี ผู้เรียนช้าก็สามารถเรียนได้ หรือผู้เรียนอ่อนก็สามารถลองผิดลองถูกได้ตามความเร็วของแต่ละคนโดยไม่ต้องมีความรู้สึกมีปมด้อยกับเพื่อน เพราะคอมพิวเตอร์จะสนองตอบรายบุคคลได้อย่างดี

6. CAI สามารถสับเปลี่ยนโปรแกรม และเพิ่มเติมขยายได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยกับเหตุการณ์ได้เป็นอย่างดี

7. บทบาทของครู จะเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนกับ CAI บทบาทเดิมของครูจะเปลี่ยนไป ทำให้ครูมีเวลาในการติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น

8. CAI จะสร้างเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุมีผล และมีความคิดและทัศนะที่เป็น Logical เพราะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนจะต้องทำอย่างมีขั้นตอน ระเบียบ และมีเหตุผลพอสมควร เป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดี จัดเป็นหลักสูตรที่ซ่อนเร้นโดยที่สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนได้

9. การโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยมากจะผ่าน Keyboard ได้อย่างดี และแม่นยำในการใช้ตัวอักษรอีกด้วย

10. CAI จะนำเสนอบทเรียนให้กับผู้เรียนได้อย่างคงที่ โดยไม่เหนื่อยล้า หรือหลงลืม

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณลักษณะเฉพาะตัวที่เด่นๆ หลายประการ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดี ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2537: 123 – 124)

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็วไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย รำคาญ ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบกับปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่นๆ จึงมีความสบายใจในการเรียน

2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการ ไม่จำเป็นที่จะต้องกำหนดเวลาตายตัว

3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการและ/หรือสอดคล้องกับระดับความสามารถของตน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น

4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้

5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลายๆ เทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวหรือหลายเทคนิคร่วมกัน เช่น การแสดงด้วยเส้นกราฟ (Graphics) ดนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียงและการพูดตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น

6. สามารถกระทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลุ่มลึก

7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

8. เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์

9. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

กิดานันท์ มลิทอง (2548: 237 – 238) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มแรงจูงใจ และกระตุ้นการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนด้วยบทเรียนหลากหลายรูปแบบและการใช้งานสื่อหลายมิติ

2. การใช้สี ภาพเคลื่อนไหว เสียงนานาประเภท จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ

3. ความสามารถในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนจะช่วยในการวางแผนการเรียนในขั้นต่อไปได้

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้ความสามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่รีบเร่งโดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกมาใช้

7. ใช้ในการสื่อสารได้ทุกรูปแบบของข้อความ ภาพ และเสียง

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ 7 ประการ คือ

1. ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างอิสระ ผู้เรียนช้าสามารถลองผิดลองถูก โดยไม่ต้องอายใคร ผู้เรียนที่เรียนรู้เร็วก็ไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย

2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ต้องการ ไม่ต้องกำหนดเวลาตายตัว

3. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับทันที ทำให้ผู้เรียนรู้ระดับความสามารถของตน

4. เหมาะสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องมีการทำกิจกรรมซับซ้อนหรือเป็นอันตราย ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำลองสถานการณ์ได้

5. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะได้ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เป็นการกระตุ้น และเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้อย่างดี

6. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล เพราะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นขั้นเป็นตอน เป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้กับผู้เรียน

7. คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการให้ภาพ เสียง ข้อความเคลื่อนไหวได้ ทำให้เป็นการเพิ่มแรงจูงใจให้อยากเรียนรู้และทำกิจกรรมต่างๆ ได้

1.6.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536: 139) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลาและความสามารถมาก และครูผู้รู้เนื้อหาวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพา Programmer ยังคงต้องพบกับอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูงๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective Domain และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกิดขึ้นแล้วในบางสังคม ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ลดลงบางครั้งให้ผลตรงข้าม ผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

5. ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ ไม่ขอบเรียนตามลำดับขั้น หรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหลักในการออกแบบให้เรียนเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่างๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบท

ห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจน Programmer ที่จะสร้างงาน CAI ยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่างๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขาย Software จะมี CAI น้อยเมื่อเทียบกับ Software ทางด้านธุรกิจ

8. ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลกลับคืนที่ได้รับ อาจน้อยกว่าที่คาดหวัง และธรรมชาติของการนำ CAI มาใช้จะประกอบด้วยปัจจัยอื่นๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเริ่มต้น ก็จะทำให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่ต้องจ่ายเงินลงทุนกับการใช้ CAI

9. โปรแกรมที่ออกแบบเพื่อใช้ CAI ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมี Programmer ที่สามารถทำให้บทเรียน CAI ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

10. ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบการเรียน CAI คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่างๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลง กลไกการตลาดทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพทั้งๆ ที่จ่ายไปในราคาคุณภาพ นอกจากนี้ โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

วิราพร นพพิทักษ์ (2546: 19 – 20) ได้สรุปข้อจำกัดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. ราคาอุปกรณ์ที่ใช้ค่อนข้างสูง เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ได้จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมีจำกัด ไม่เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน

2. นักเรียนต้องมีพื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์พอสมควร จึงจะสามารถทำให้การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบรรลุไปด้วยดี ไม่ต้องสอนความรู้คอมพิวเตอร์ให้เป็นผลกระทบต่อการเรียนรู้วิชาที่สอนในขณะนั้น

3. เกี่ยวกับแสงจอภาพทำให้ประสิทธิภาพทางสายตาสำหรับนักเรียนที่ไม่เคยชินกับการมองจอภาพนานๆ อาจทำให้นักเรียนมีอาการเบลอไม่เข้าใจบทเรียนได้

4. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ทันสมัย หรือไม่ครอบองค์ประกอบ เช่น จอภาพขาวดำ ไม่มีการ์ดเสียง ไม่มีเครื่อง CD-ROM หรือที่เป็นเครื่องรุ่นเก่า อาจไม่สามารถใช้กับบทเรียนที่สร้างขึ้นในยุคปัจจุบันได้

5. ผู้สอนไม่มีความสามารถในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการสอน

เช่น โปรแกรมมีปัญหาหรือคอมพิวเตอร์มีปัญหา เป็นต้น

6. ความแตกต่างและปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการใช้ Software ทำให้ไม่สามารถใช้กับบทเรียนที่ใช้สอนได้

7. การใช้สภาพแวดล้อมการทำงานบทวินโดวส์ เสียงและภาพจะถูกเก็บไว้ในรูปของ File การกำหนดเส้นทางที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จะทำให้การใช้มีประสิทธิภาพ ซึ่งหากนำไปใช้กับเครื่องอื่นแล้ว อาจไม่สามารถใช้บทเรียนได้สมบูรณ์

8. บทเรียนมีขนาดใหญ่ อาจมีปัญหาเกี่ยวกับ File เช่น จากไวรัส แรงดันไฟฟ้า หน่วยความจำน้อย ทำให้การใช้เกิดปัญหาได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ 4 ประการ คือ

1. การออกแบบโปรแกรมต้องใช้เวลาและต้องมีทักษะหลายอย่าง ทั้งยังต้องมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย เพราะถ้าขาดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้บทเรียนไม่น่าสนใจ

2. ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลากับคอมพิวเตอร์มากกว่าสื่อสารกับผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้น

3. ถ้าบทเรียนมีขนาดใหญ่อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการเก็บข้อมูล หรือไวรัสอาจมาทำลายข้อมูลที่อยู่ในเครื่องได้

4. ผู้สอนไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการสอน เช่น โปรแกรมมีปัญหาหรือคอมพิวเตอร์มีปัญหา

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยต่างประเทศ

โซยิโบ และ ฮัดสัน (Soyibo; & Hudson. 2000: 191 – 199) ได้ศึกษาว่าการบรรยายการอภิปรายและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำมาใช้ร่วมกันในการพัฒนาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาชีววิทยา และ CAI รวมทั้งความเข้าใจเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชและสัตว์หรือไม่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงชาวจาไมกาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 77 คน จากโรงเรียนมัธยมพื้นเมือง 2 แห่งในคิงสตัน เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามเรื่องชีววิทยา แบบสอบถามเรื่อง CAI และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า ทัศนคติของนักเรียนต่อวิชาชีววิทยาและการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังการทดลองนั้นดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการบรรยาย และการอธิปรายมาก

ฟูยส์ และคนอื่นๆ (Fuchs; et al. 2006: 467 – 475) ได้ศึกษาผลจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องทักษะการบวกจำนวนของนักเรียนเกรด 1 จำนวน 50 คน เป็นเวลา 18 สัปดาห์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเพิ่มทักษะการบวก และความสามารถในการอ่าน จากการศึกษา พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการบวก

ยูซูฟ และ อโฟลาบิ (Yusuf; & Afolabi. 2010: 62 – 67) ได้ศึกษาผลจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนเอกชน 3 แห่ง ในรัฐโอโย

(Oyo) ในประเทศไนจีเรีย อิทธิพลเรื่องเพศว่า แตกต่างกันหรือไม่ และการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่ม ผลงานวิจัยพบว่า ความสามารถของนักเรียนที่ศึกษาผ่านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ว่าจะเรียนเดี่ยวหรือแบบกลุ่ม ต่างก็ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในเรื่องของความสามารถในเพศที่แตกต่างของนักเรียนที่เรียนผ่านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยในประเทศ

มณีชัย ชูราษี (2548: 54 – 55) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนา และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสตรีวิทยา ๒ เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 47 คน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 86.96/88.88 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัลยกร อนุฤทธิ์ (2550: 61 – 64) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องบทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจุดมุ่งหมาย เพื่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีคุณภาพ โดยพิจารณาจากประสิทธ์ภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนหินกอง (พิบูลอนุสรณ์) มาหนึ่งห้องเรียน จำนวน 45 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากโรงเรียนได้จัดห้องเรียน โดยคละความสามารถของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) โดยมีประสิทธิภาพ 82.01/82.81 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทพร ระภักดี (2550: 72 – 73) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมหนองศาลา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน ซึ่งได้โดยการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทิพวรรณ เดชสงค์ (2551: 72 – 73) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างอะตอม มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม และเพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน โดยใช้แผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – posttest Design ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 70.66/73.00 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มตัวอย่างยังมีเจตคติต่อการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องโครงสร้างอะตอมอยู่ในระดับปานกลาง

สุทธิพงษ์ มากุล (2551: 85 – 88) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องคำสมาส มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คำสมาส กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.12/83.33 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คำสมาส หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คำสมาส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คนึง พูลสวัสดิ์ (2552: 56 – 59) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ปริศนาคำทายภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ปริศนาคำทายภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 48 คน ของโรงเรียนวัดแสงสรรค์ อำเภอธัญบุรี เขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 2 ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องปริศนา

คำทายภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 90.73/91.96

ศุภลักษณ์ คำดี (2552: 66 – 69) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดก่อนเรียนกับหลังเรียน เรื่อง เวลากับยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องเวลากับยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียน ด้วยการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดก่อนเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียน ด้วยการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดหลังเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดก่อนเรียน กับกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดดอนไก่เตี้ย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 86 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องเวลากับยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 มีคุณภาพในด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และมีคุณภาพในด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในรุดับดีมาก นักเรียนที่เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดก่อนเรียน เรื่อง เวลากับยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดหลังเรียน เรื่อง เวลากับยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดก่อนเรียนและหลังเรียนหลังเรียนเรื่อง เวลากับยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัย ทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า คอมพิวเตอร์มีประโยชน์ในการช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ เร้าความสนใจในการเรียน และนักเรียนยังมีทัศนะคติที่ดีต่อการเรียน รวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เมื่อเทียบกับการเรียนแบบปกติ นอกจากนั้น ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวงทางการเรียนและคาดหวังว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูงขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

2.1 ความหมายของสื่อปฏิสัมพันธ์

สไวเออร์ และ มิแซงชุค (Schwier; & Misanchuk. 1993: 6) ได้อธิบายความหมายของสื่อปฏิสัมพันธ์ไว้ว่า สื่อปฏิสัมพันธ์ หมายถึง โปรแกรมที่รวมความหลากหลายของข้อมูลต่างๆ ในคำสั่งกับคอมพิวเตอร์ที่เป็นหัวใจของระบบ โปรแกรมเป็นการออกแบบที่มุ่งเน้นในส่วนต่างๆ และการตอบสนองของผู้ใช้ต่อโครงสร้าง เช่น เมนู ปัญหา คำถาม ที่มีผลกระทบต่อลำดับ ขนาด เนื้อหาและลักษณะของโปรแกรม

ทองแท่ง ทองลิ่ม (2541: 32) กล่าวว่า สื่อปฏิสัมพันธ์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมา เพื่อถ่ายทอดเนื้อหา ความรู้ โดยเน้นการโต้ตอบไปมาทั้งสองทางระหว่างตัวผู้เรียน และสื่อการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าสื่อปฏิสัมพันธ์ หมายถึง สื่อการเรียนที่ได้รวบรวมความหลากหลายของข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสื่อการเรียนนี้ถูกออกแบบให้มีการสื่อสารไปมาสองทาง คือมีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้สื่อการสอนกับตัวสื่อการสอน

2.2 ระดับของการมีปฏิสัมพันธ์

สไวเออร์ และ มิแซงชุค (Schwier; & Misanchuk. 1993: 6 – 10) ได้กล่าวถึงระดับการมีปฏิสัมพันธ์ไว้ 4 ระดับ คือ

1. โปรแกรมที่นำมาแสดงส่วนใหญ่ จะมีจำนวนของการของผลกระทบน้อย ผู้ใช้สามารถควบคุมผู้เล่นจากเครื่องรับส่งอัตโนมัติ แต่ในระดับ 1 นั้น เครื่องเล่นวิดีโอดิสก์จะไม่มีความจำในเครื่อง และไม่มีโปรแกรมควบคุมจากภายนอก เช่น ไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรมส่วนใหญ่จะจำกัดที่การสื่อสารทางเดียว ถึงแม้ว่าในระดับ 1 วิดีโอดิสก์จะสามารถถูกตั้งโปรแกรมให้หยุดในกรอบที่ต้องการได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกบทต่างๆ ในแผ่นดิสก์ได้ ซึ่งอาจมีได้มากถึง 70 บท

2. ในระดับ 2 นี้ รหัสในการควบคุมได้ถูกบันทึกลงในดิสก์ เมื่อเริ่มเล่นดิสก์ โปรแกรมควบคุมได้ผ่านข้อมูลสู่วงจรรวมซึ่งอยู่ในเครื่องเล่น อีกทั้งดิสก์ยังสามารถเล่นตามคำสั่งเหล่านั้น ซึ่งหมายรวมถึงโปรแกรมที่ถูกต้อง ต้องเขียนและถอดรหัส และต้องใช้เครื่องเล่นที่มีราคาแพงขึ้นที่มีวงจรรวมภายในเพื่อใช้ในการถอดรหัสโปรแกรม

การถอดรหัสโปรแกรมต้องสามารถเข้ากันได้กับหน่วยที่ใช้เล่นซ้ำ ปัจจุบันนี้ผู้ผลิตได้คำนึงถึงความเป็นเจ้าของของรหัส และไม่มีการทำให้เป็นมาตรฐานเดียว ซึ่งทำให้ยังคงต้องมีโปรแกรมหลายโปรแกรมตามความจำเป็น และเครื่องเล่นจะสามารถรองรับและเล่นเฉพาะรหัสของตัวเองเท่านั้น

จากการควบคุมของระดับ 2 ผู้ใช้สามารถเลือกจุดต่างๆ จากโปรแกรมได้ ในขณะที่โปรแกรมดำเนินตามอัตโนมัติ ผู้ชมสามารถเลือกและตอบคำถามผ่านทางแป้นพิมพ์ และโปรแกรมจะปฏิบัติตามที่ถูกตั้งไว้ โดยการโต้ตอบพื้นฐานสามารถถูกตั้งโปรแกรมไว้เพื่อเก็บข้อมูลการตอบสนองของผู้ใช้ และเพื่อเปลี่ยนแปลงคำสั่งตามผู้ใช้ คำสั่งนี้มีปฏิสัมพันธ์มากกว่าของระดับ 1 แต่ก็เพิ่มความ

ซับซ้อนในการพัฒนาด้วย โดยปกติผู้ผลิตจะให้ผู้สร้างใส่การคำนวณ แผนภูมิ หรือกระบวนการช่วยจำของหน้าที่ที่กำหนด และอาจจะให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างรหัสที่จำเป็น

วิดีโอดิสก์ในระดับ 2 เป็นวีดีโอดิสก์ที่ดีที่สุดสำหรับโปรแกรมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งระบบนี้ค่อนข้างจะไม่แพงมาก เนื่องจากต้องการแค่เครื่องเล่นและแป้นพิมพ์ แต่มีข้อจำกัดในการผลิตวิดีโอดิสก์ และไม่ง่ายที่จะต้องใช้การเข้าถึงสื่อหลายอย่างพร้อมกันเป็นคำสั่ง ซึ่งทุกๆ คำสั่งที่นอกเหนือจากคำสั่งปกติระบบสื่อกลางต้องเกิดขึ้นระหว่างการผลิตเทปต้นแบบ และทุกๆ สื่อต้องถูกย่อลงเป็นวิดีโอดิสก์

3. การปฏิสัมพันธ์ของระดับ 3 รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงจากภายนอกกับเครื่องเล่นวีดีโอดิสก์ ซึ่งจัดว่าเป็นระบบของการสื่อสาร อาจจะต้องใช้การเรียงต่อของอุปกรณ์ภายนอก แต่โดยปกติแล้ว จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋ว โดยคอมพิวเตอร์จะควบคุมโปรแกรมที่ใช้ผลักดันการปฏิบัติ และเครื่องเล่นวิดีโอดิสก์จะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ส่วนนอก ปัจจุบันระบบของระดับ 3 ได้มีการรวม 2 จอภาพ ซึ่งประกอบด้วยจอภาพของคอมพิวเตอร์และวิดีโอ แต่หนึ่งจอภาพที่รวมกันของหลายๆ แหล่งกำลังเพิ่มขึ้น

ความสามารถและลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ของคอมพิวเตอร์ทำให้ช่วงของการมีส่วนร่วมของการตอบสนองกว้างมากขึ้น และเพิ่มผลกระทบ แทนที่จะจำกัดแค่หนึ่งแป้นพิมพ์ตามระดับ 1, 2 ผู้ใช้อาจสามารถตอบสนองต่อคำถามปลายเปิด เช่น ในการปฏิสัมพันธ์ระดับ 3 ได้รวมความสามารถ ความอดทน และความสามารถที่หลากหลายของคอมพิวเตอร์กับคุณภาพ ลักษณะที่เป็นจริง และรูปลักษณ์ภายนอกของวิดีโอดิสก์

ระบบของระดับ 3 นี้ เป็นที่น่าสนใจ สำหรับการประยุกต์ใช้ ที่สามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เนื้อหาอาจต้องมีการปรับปรุงให้ใหม่อยู่เสมอ หรือ รุ่นต่างๆ ของวัตถุ คอมพิวเตอร์ถือเป็นหัวใจสำคัญและมัลติมีเดีย และสามารถแสดงผลต่างๆ กันเมื่อรวมกับวิดีโอดิสก์

3.1 คอมพิวเตอร์เป็นเสมือนผู้บุกเบิก และวิดีโอกับวิดีโอดิสก์เป็นเสมือนการส่งคำสั่ง และคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับเตรียมโปรแกรมที่จำเป็น เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงคำสั่งที่อยู่บนดิสก์ โดยปกติแล้ว ก็สามารถใช้โปรแกรมพื้นฐานได้เพื่อป้องกันการสิ้นเปลือง ไมโครคอมพิวเตอร์เคยใช้ในการจำลองระบบปฏิบัติการของโปรแกรมในระดับ 2 จะติดตั้งภายนอกมากกว่าวิดีโอดิสก์

3.2 คอมพิวเตอร์เป็นหุ้นส่วน คำสั่งจะถูกแบ่งระหว่างวิดีโอและคำสั่งช่วยเหลือคอมพิวเตอร์ บางคำสั่งถูกเตรียมโดย CAI และกราฟิก บางครั้งถูกเตรียมโดยวิดีโอ จากข้อกำหนดนี้ระบบหรือภาษาต้องเข้ากันสามารถรองรับวิดีโอได้

3.3 คอมพิวเตอร์เป็นผู้สอน CAI เป็นหลักร่วมกับคอมพิวเตอร์เป็นแหล่งข้อมูลแรกของคำสั่งและวิดีโอดิสก์เป็นส่วนที่เสริมเข้าไปกับอุปกรณ์อื่นๆ การรวมนี้เป็นที่แพร่หลายเมื่อคำสั่งถูกสร้างให้อยู่รอบๆ ส่วนประกอบของวิดีโอ ผู้พัฒนาระบบต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการสร้างปฏิสัมพันธ์ การแก้ไขแต่ละส่วนและป้อนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพกลับสู่ CAI เพราะวิดีโอไม่ได้ถูกสร้างมาให้มีปฏิสัมพันธ์ ถ้าไม่มีความระมัดระวังคุณจะมีความเสี่ยงในการพัฒนาแต่ละส่วน

4. ในบางกรณีผู้เขียนจะแยกระหว่าชนิดของการแสดงผลกับอุปกรณ์ข้างเคียง ซึ่งประกอบด้วยระบบคำสั่งที่มีผลในปฏิสัมพันธ์ของระดับที่ 4 ในทางทฤษฎีแล้วระดับ 4 จะรวมถึงนวัตกรรมใหม่ ในอนาคตที่ใช้ในการพัฒนา ระบบของระดับ 4 จะสามารถอธิบายขีดความสามารถของฮาร์ดแวร์ของระบบมัลติมีเดีย ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมารวมกันและแสดงผลที่หน้าจอเดียว ส่วนของผู้ใช้งานจะถูกตบตาด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หน้าจอระบบสัมผัส การสั่งการโดยเสียงและอุปกรณ์ต่อพ่วงที่เห็นจริง

ระดับการปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ (ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2550: 84; อ้างอิงจาก Hirumi. 2002: 19 – 27) เสนอกรอบการปฏิสัมพันธ์ใน 3 ระดับ

1. ปฏิสัมพันธ์กับตนเองเป็นกระบวนการที่เกิดภายในตัวของผู้เรียน ผู้เรียนจะตรวจสอบและควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง (Within the Learner)

2. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้อื่นและผู้เรียนกับเนื้อหาสาระ (Between Learner and Human/non-human Resources)

3. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาระการสอนกับตัวผู้เรียนเอง (Learner-Instruction Interaction) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ เพื่อการบรรลุผลลัพธ์ทางการเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุประดับการปฏิสัมพันธ์ได้ 3 ระดับ คือ

1. การปฏิสัมพันธ์ในตัวผู้เรียนเอง เป็นระดับแรกของการมีปฏิสัมพันธ์ คือ ผู้เรียนจะควบคุมการเรียนด้วยตัวเอง

2. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้อื่น เป็นการปฏิสัมพันธ์โดยการโต้ตอบ อภิปรายแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างองค์ความรู้

3. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสื่อการเรียน คือ เป็นการโต้ตอบกันระหว่างที่ผู้เรียนกับสื่อ โดยที่สื่อหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นผู้กระตุ้นการปฏิบัติของผู้เรียนให้ตอบสนองตามที่โปรแกรมได้ตั้งไว้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์

คาร์ว (Klawe. 1998: Online) ได้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบกับประสิทธิภาพการเรียนการสอนของเกมคอมพิวเตอร์ และซอฟแวร์มัลติมีเดียที่มีปฏิสัมพันธ์จะช่วยเพิ่มการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า เกมคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพอย่างมากในการเพิ่มการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของเด็ก แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพยังขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัยเช่น รายละเอียดของการออกแบบซอฟแวร์ และระดับของการบูรณาการกับการเรียนรู้อื่นๆ และการตั้งค่าและการใช้งาน นอกเหนือจากนี้ ยังแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของเพศจะส่งผลกระทบโดยตรงกับเจตคติ

ไดล์เออร์ (Drier. 2001: Online) ในบทความนี้ จะเน้นการให้ความรู้กับครูคณิตศาสตร์เพื่อให้ครูใช้โปรแกรมแผ่นตาราง (Spreadsheet) ที่มีอยู่เหมือนกับเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่จะศึกษาปฏิสัมพันธ์ ซึ่งพบว่า โปรแกรมแผ่นตารางทำการ (Spreadsheet) ที่มีปฏิสัมพันธ์ สามารถกระตุ้นการวินิจฉัยความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การสร้างและการใช้สภาพแวดล้อมที่ครูใช้โปรแกรมแผ่นตารางทำการ (Spreadsheet) เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถการเชื่อมโยงระหว่างจำนวน พีชคณิต และการนำเสนอ

ด้วยกราฟฟิก การสำรวจที่ถูกนำว่าวิจารณ์ในบทความนี้ ทำให้ครูสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสอน และวิธีในการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสามารถช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของ NCTM

งานวิจัยในประเทศ

ทองแท่ง ทองลิ่ม (2541: 57 – 59) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สื่อปฏิสัมพันธ์วิชาเทคนิคก่อสร้าง 1 เรื่องหลังคาตามหลักสูตรวิทยาลัยครู ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2536 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์สื่อปฏิสัมพันธ์ วิชาเทคนิคก่อสร้าง 1 เรื่อง โครงหลังคา ตามหลักสูตรวิทยาลัยครู ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2536 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาก่อสร้างระดับอนุปริญญาชั้นปีที่ 1 ของสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ราชบุรี ปีการศึกษา 2540 จำนวน 21 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ปฏิสัมพันธ์ เรื่องโครงหลังคา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพดังนี้ หน่วยการเรียนเรื่อง ลักษณะของหลังคามีประสิทธิภาพ 92.86/91.90 หน่วยการเรียนเรื่องส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคาทรงจั่ว มีประสิทธิภาพ 92.38/91.42 หน่วยการเรียน เรื่องวิธีการทำโครงหลังคาทรงจั่ว มีประสิทธิภาพ 91.42/90.47 หน่วยการเรียนเรื่องวิธีการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนีย มีประสิทธิภาพ 91.90/90.47 และสรุปทุกหน่วยการเรียนมีประสิทธิภาพ 92.14/91.07 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ตั้งไว้

สุบิน ยมบ้านกวย (2550: 131 – 134) ได้พัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับเกณฑ์ที่กำหนด เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็นก่อนและหลังการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องความน่าจะเป็น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม จำนวน 20 คน ใช้เวลาในการเรียน 17 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 84.95/86.68 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนด้วย บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ต่อการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น

จินตนา เรืองวิไลรัตน์ (2551: 64 – 67) ได้ออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านจริยธรรมของเด็กประถมวัย มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างแนวทางการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ ที่เหมาะสม เกิดการเรียนรู้และความเป็นไปได้ในการใช้สื่อปฏิสัมพันธ์สำหรับการสร้างจิตสำนึกด้านจริยธรรมแก่เด็กปฐมวัย กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 1 จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดบางปะกอก และโรงเรียนวัดแจงร้อน จำนวนทั้งหมด 112 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 56 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบการพัฒนาจริยธรรม

ของเด็กปฐมวัยหลังจากชมสื่อปฏิสัมพันธ์ สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบพัฒนาจริยธรรมของเด็กปฐมวัย ก่อนชมสื่อปฏิสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนปฏิสัมพันธ์มีผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เพราะต้องมีการโต้ตอบกับบทเรียนตลอดเวลา รวมทั้งช่วยพัฒนาจริยธรรมของผู้เรียนให้สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนและคาดหวังว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูงขึ้น

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate

3.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate

ซีเจล (Siegel. 2009: 2) กล่าวว่า การใช้โปรแกรม Adobe Captivate สามารถสร้างบทเรียนออนไลน์ จากการรวมของสิ่งต่างๆ เช่น วิดีโอ แอนนิเมชั่น ภาพ เสียงและสามารถทำได้จากคอมพิวเตอร์ของคุณ ซึ่งบทเรียนสามารถปฏิสัมพันธ์ โดยการเพิ่มคำอธิบาย ป้ายเปลี่ยนสถานะ สร้างพื้นที่สำหรับคลิก พื้นที่สำหรับพิมพ์ ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ เสียง ฯลฯ

อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล (2553: 10) กล่าวว่า โปรแกรม Adobe Captivate เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการบันทึกการทำงานหน้าจอภาพคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาสร้างสรรค์งานต่างๆ เช่น สื่อการสอน การจำลองการใช้งานโปรแกรม หรือการสาธิตการใช้งานโปรแกรม โดยสามารถนำออกไปเผยแพร่ได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น รูปแบบไฟล์แบบ Adobe Flash (.swf) หรือจะเป็นไฟล์งานที่ทำงานอิสระ Executable (.exe) ทำให้ใครต่อใครที่ต้องการสร้างสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ ได้ง่ายๆ เพียงแค่เรานำความสามารถของโปรแกรม Adobe Captivate บวกกับความคิดหลัก

จุดเด่นของโปรแกรม Adobe Captivate

1. สามารถสร้างโปรแกรมสาธิต หรือโปรแกรมจำลองการทำงานได้อย่างรวดเร็ว ด้วยหน้าตาของตัวโปรแกรม Adobe Captivate เอง ที่มีหน้าต่างที่ง่ายต่อการเรียนรู้ และเป็นมิตรกับผู้ใช้งานทุกคน
2. สามารถสร้างชิ้นงานที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน โดยที่ผู้พัฒนาไม่จำเป็นที่จะต้องมีความรู้ในการเขียนโปรแกรม
3. สร้างแบบทดสอบได้ง่าย และมีแบบทดสอบให้เลือกทำได้หลายรูปแบบ
4. สามารถตัดต่อวิดีโอได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว
5. สร้างสื่อการเรียนรู้โดยการจับหน้าจอภาพ (Screen Capture Movie) อัดเสียงบรรยายประกอบ

6. สามารถที่จะสร้างสรรค์ ปรับแต่ง ส่วนควบคุม แม่แบบ ไปจนถึงเมนูให้เป็นแบบเฉพาะของเราได้

7. นำเข้าไฟล์จากแหล่งต่างๆ ได้หลากหลาย ไฟล์จาก Adobe flash ไฟล์รูปภาพ (Image) เช่น JPG, BMP, GIF ไฟล์เสียง (Sound) เช่น MP3, WAV เสียงบรรยายผ่านไมโครโฟน ไฟล์วิดีโอ (Video) เช่น AVI สไลด์จากโปรแกรม Microsoft Power Point (.PPT)

8. สามารถส่งออกไฟล์งานต่างๆ ได้ เช่น ไฟล์ Flash (.swf), Executable File (.exe), AVI ไปจนถึงไฟล์งานแบบ Hand out ของ Microsoft Word

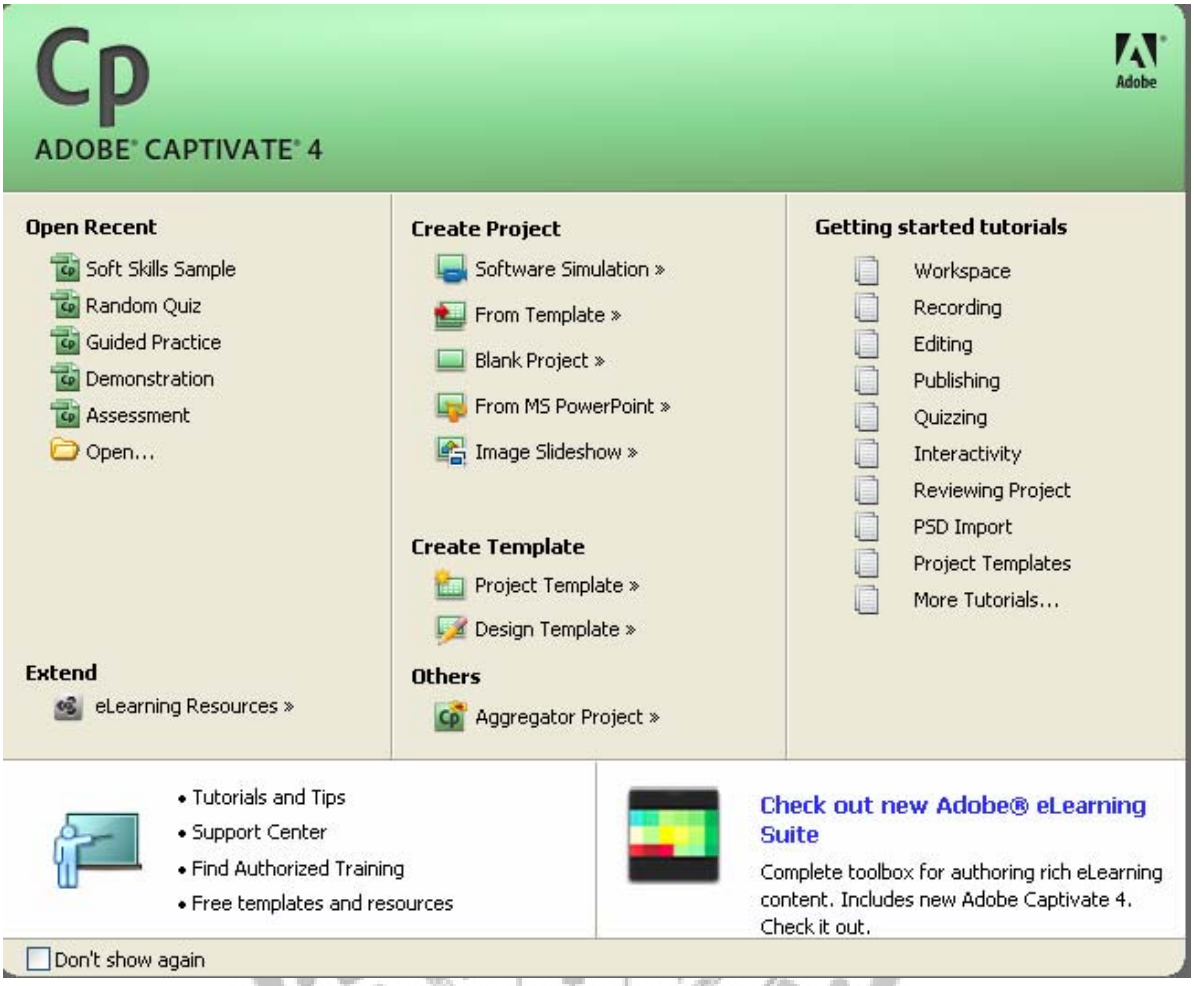
ความต้องการของระบบ

1. ระบบปฏิบัติการ (32 บิต) : Microsoft Windows XP Service Pack 2 (แนะนำ Service Pack 3), Windows Vista Service Pack 1, Windows 7
2. ซีพียู: Intel Pentium 4, Intel Centrino, Intel Xeno, Intel Core Duo
3. แรม: 512 เมกะไบต์ (แนะนำ 1 กิกะไบต์)
4. ฮาร์ดดิสก์: ควรมีพื้นที่ว่างประมาณ 1.5 กิกะไบต์
5. ค่าความละเอียดของจอภาพ (resolutions): ขั้นต่ำ 800×600 พิกเซล (แนะนำที่ 1024×768 พิกเซล)
6. Internet Explorer 5.0 หรือสูงกว่า
7. Adobe Flash Player เวอร์ชั่น 6 หรือสูงกว่า
8. ไมโครโฟน
9. การ์ดเสียง (Sound Card) และลำโพง (Speaker)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate สรุปได้ว่า โปรแกรม Adobe Captivate เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ได้สะดวกรวดเร็ว และสามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้โดยผ่านทางแป้นพิมพ์หรือเมาส์ นอกจากนี้ในการสร้างบทเรียนสามารถเพิ่มรูปภาพ วิดีโอ เสียง ฯลฯ รวมทั้งยังนำออกไปเผยแพร่ได้หลายรูปแบบ โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีโปรแกรมอยู่ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง

3.2 ระบบวิธีใช้โปรแกรม Adobe Captivate 4

ส่วนประกอบหน้าแรกของโปรแกรม Adobe Captivate (อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. 2553: 16 – 17) ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงส่วนประกอบหน้าแรกของโปรแกรม Adobe Captivate

Open recent แสดงไฟล์ล่าสุดที่เคยบันทึกไว้ในโปรแกรม เปิดไฟล์ที่เคยบันทึกไว้

Create project เป็นการสร้างโปรเจ็กต์ใหม่ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

Software Simulation สร้างโปรเจ็กต์สาธิตการใช้งานซอฟต์แวร์

From Template สร้างโปรเจ็กต์จากแม่แบบ

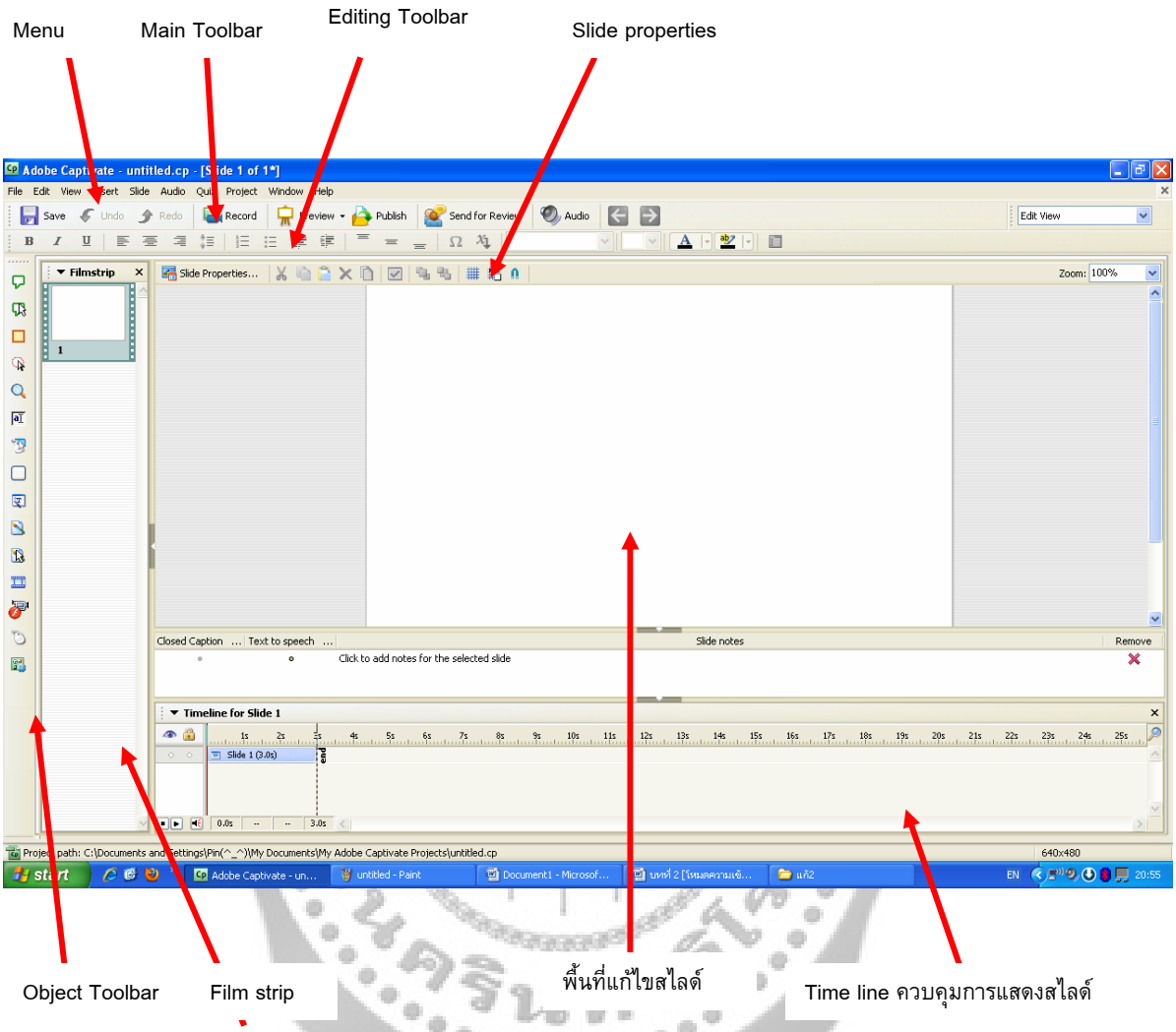
Blank Project สร้างโปรเจ็กต์เปล่า

From MS PowerPoint สร้างโปรเจ็กต์จากสไลด์ของโปรแกรม Microsoft PowerPoint

Image Slide Show สร้างโปรเจ็กต์ภาพแบบสไลด์โชว์

Getting Started Tutorials แนะนำขั้นตอนการสร้าง Project ด้วยโปรแกรม Adobe Captivate เริ่มตั้งแต่การบันทึก การแก้ไขตกแต่ง การส่งออก การนำเข้าไฟล์เสียง การสร้างส่วนตอบโต้ การใส่ลูกเล่นเพื่อเพิ่มความน่าสนใจตามลำดับ

ส่วนประกอบภายในโปรแกรม Adobe Captivate ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงส่วนประกอบภายในโปรแกรม Adobe captivate

Menu ส่วนแสดงชื่อโครงงาน และคำสั่งทั้งหมดของโปรแกรม

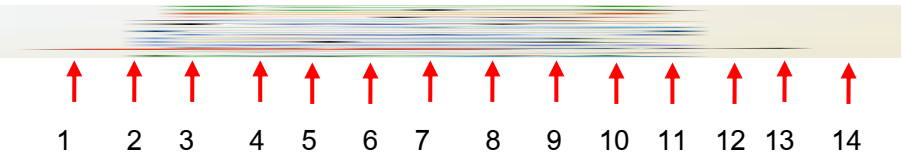
Main Toolbar เป็นแถบคำสั่งที่ใช้บ่อยๆ จะแสดงในรูปเครื่องมือ

Object Toolbar เป็นกล่องเครื่องมือสำหรับเพิ่มเติมองค์ประกอบให้กับบทเรียน

Film strip เป็นการแสดงลำดับสไลด์ที่ปรากฏอยู่ในโครงงาน

Time line เป็นเส้นแสดงเวลา โดยวัตถุที่เพิ่มเติมเข้าไปในสไลด์จะถูกแสดงบนเส้นเวลาในลักษณะภาคตัดขวาง (ซ้อนกันเป็นขนมชั้น วัตถุที่เพิ่มเข้ามาใหม่จะอยู่ด้านบนเสมอ) หากเส้น Play Head (เส้นสีแดง) ลากผ่านวัตถุใด ก็จะปรากฏขึ้นบนหน้าจอ

Object Toolbar ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงส่วนประกอบของ Object Toolbar

1. เครื่องมือแทรก Caption เป็นการแทรกกล่องข้อความทำหน้าที่ใส่ข้อมูลอักษร ซึ่งสามารถที่สามารถที่จะทำการคัดลอกข้อมูลจากไฟล์ Word มาวางในโปรแกรมได้โดยตรง

3. เครื่องมือแทรก Rollover Caption เป็นเครื่องมือที่จะใช้เมื่อต้องการให้ปรากฏข้อความเพิ่มขึ้นเพื่อขยายข้อมูล หรือบอกรายละเอียดในส่วนที่เราต้องการ คือ เราจะกำหนดค่าพื้นที่ที่เราต้องการ เมื่อนำเมาส์ไปวางในพื้นที่ดังกล่าวจะปรากฏข้อความขึ้นมา เพื่ออธิบายข้อมูลเพิ่มเติม

4. เครื่องมือ Highlight Box เป็นเครื่องมือสำหรับเน้นสีในส่วนที่เราต้องการเน้น ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการนำเสนอ อันจะทำให้ผู้เรียนสนใจและติดตามการบรรยายเนื้อหาในแต่ละสไลด์ได้ง่าย

5. แทรก Rollover Slide Let เป็นเครื่องมือในการแสดงเงื่อนไขการคลิกให้ตรงพื้นที่ ที่ Rollover ซึ่งจะปรากฏภาพ และสามารถสร้างการเชื่อมโยงได้ (Link) โดยพื้นที่ที่จะทำการ Rollover นี้จะสามารถที่จะปรับปรุงแต่รูปทรงได้

6. เครื่องมือ Zoom Area เป็นเครื่องมือที่ใช้ขยายพื้นที่นำเสนอจุดนั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจากภาพต้นฉบับ เปรียบเสมือนการนำเอาแว่นขยายใช้

7. เครื่องมือ Text Entry เป็นเครื่องมือสำหรับผู้เรียน มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนผ่านทางการป้อนข้อมูลผ่านทาง Keyboard ตามเงื่อนไขที่ผู้สร้างงานได้กำหนดไว้ เช่น การตอบคำถาม หรือ การป้อนรหัสผ่าน เป็นต้น

8. เครื่องมือ Click Box เป็นคำสั่งที่กำหนดให้ผู้เรียนคลิกในพื้นที่ ที่กำหนด และมีการทำงานตามเงื่อนไข เช่น การเชื่อมโยง

9. เครื่องมือ Button ใช้สำหรับสร้างปุ่มการทำงานที่มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน โดย Button จะมี 3 ลักษณะ ได้แก่ การนำข้อความมาทำเป็นปุ่ม (Text Button) เป็นการทำปุ่มแบบโปร่งใส (Transparent) การนำภาพมาทำเป็นปุ่ม (Image Button)

10. Text Animation เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างตัวอักษรเคลื่อนไหว เพื่อสร้างความน่าสนใจให้กับบทเรียน ผู้สร้างสามารถเลือกลักษณะพิเศษให้กับข้อความได้หลากแบบ แต่ไม่ควรใช้มากเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดการวิงเวียน หรือตัว Text Animation แย่งความสนใจไปจากเนื้อหาบทเรียน สำหรับภาษาไทยอาจจะมีการแสดงผลที่ผิดเพี้ยนได้

11. เครื่องมือ Image เป็นเครื่องมือสำหรับการนำรูปภาพ เพื่อทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยโปรแกรม Captivate สามารถนำเข้าไฟล์รูปภาพได้หลากหลายประเภท เช่น BMP, JPG, PNG, ICO, EMF, POT, WMF, GIF (แต่ภาพจะไม่เคลื่อนไหว เพราะจะถือว่า เป็นภาพนิ่ง

12. Rollover Image เป็นการนำภาพเข้ามาและแสดงเมื่อผู้เรียนมีการลากเมาส์มายังตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะช่วยดูดความสนใจของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนอยากจะค้นหารูปภาพ ที่ซ่อนอยู่

13. Animation เป็นเครื่องมือสำหรับการนำเข้าไฟล์แอนิเมชันจากภายนอก เราสามารถนำเข้าไฟล์ได้ได้หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นกราฟิกแอนิเมชัน (.gif), ไฟล์วิดีโอ (.avi), ไฟล์แฟลช (.fla และ .swf) เป็นต้น

14. Flash Video เป็นเครื่องมือสำหรับนำเข้าภาพยนตร์ที่มีนามสกุล .flv

15. Mouse เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเป็นตัวกำหนดการชี้เป้าหมาย โดยผู้สอนสามารถกำหนดการเคลื่อนไหวของเมาส์ไปมาในน้าจอของบทเรียนได้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการติดตามเนื้อหาจากผู้สอน หรือนำเสนอว่าหัวข้อเนื้อหาที่ทำการพูดอยู่ตรงไหน ต้องการเน้นอะไรเป็นพิเศษ ซึ่งเมาส์จะเป็นตัวชี้เป้าของสิ่งที่ต้องการเน้น หรือบอกว่ากำลังอธิบายอะไรอยู่

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่าโปรแกรม Adobe Captivate 4 เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่ช่วยสร้างสื่อปฏิสัมพันธ์ได้ง่ายและรวดเร็วแล้ว และผู้เรียนไม่ต้องมีโปรแกรมอยู่ในเครื่องของตนเองด้วย นอกจากนี้ ยังมีจุดเด่นอีกหลายประเด็น เช่น สามารถดึงดูดความสนใจด้วยแอนิเมชั่นและวิดีโอ สร้างระบบปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานโดยการสร้างกรอบคลิก การนำภาพเข้ามา และภาพจะแสดงเมื่อผู้เรียนมีการลากเมาส์มายังตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ สร้างแบบทดสอบได้หลายรูปแบบ และสามารถสร้างคลังข้อสอบเมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบระบบจะสุ่มข้อสอบขึ้นมา แม้ผู้เรียนนั่งติดกันก็ไม่สามารถลอกคำตอบได้ เพราะแต่ละคนจะได้แบบทดสอบที่ไม่เหมือนกัน

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Captivate

เนคาติ (Necati. 2009: 1 – 10) กล่าวว่า วิธีการเรียนการสอนควรจะเปลี่ยนเป็นวิธีการปฏิสัมพันธ์ เทคโนโลยีมัลติมีเดียถูกนำมาใช้มากในโรงเรียนต่างๆ โปรแกรม Adobe Captivate 3 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ครูสามารถใช้โดยที่ไม่ต้องมีทักษะทางมัลติมีเดีย ง่ายที่จะออกแบบ และสร้างให้เหมาะกับความสามารถของแต่ละบุคคล งานวิจัยนี้มุ่งเน้นให้ครูพัฒนาซอฟแวร์เพื่อการศึกษาเพื่อความหลากหลายของกลุ่มการเรียนรู้โดยผู้เขียนได้ทำการศึกษากับครู 9 คน ในระหว่างปี 2007 – 2008 หลังจากการอบรมได้สัมภาษณ์ผู้ร่วมการอบรม โดยใช้แบบสอบถามกึ่งโครงสร้าง และวิธีเชิงคุณภาพเพื่อที่จะเก็บข้อมูลความคิดเห็นของครู จากการทดลองพบว่าครูส่วนใหญ่ ระบุว่าการสร้างสื่อมัลติมีเดียของตนเองโดยใช้ Adobe Captivate 3 เป็นวิธีการที่ง่าย ประหยัดเวลา และสามารถสร้างบทเรียนที่น่าสนใจให้กับผู้เรียนได้มากกว่าการสอนแบบดั้งเดิม ทั้งยังเพิ่มโอกาส และเครือข่ายการเรียนรู้ให้กับผู้สอนและผู้เรียน รวมทั้งทำให้ผู้สอนตระหนักถึงการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี และ

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของตนเองมากขึ้น

ฮวน (Huan. 2009: Online) ได้ศึกษาการนำแฟลชเทคโนโลยี (Flash Technology) เช่น Adobe Captivate และ Camtasia Studio มาใช้ในการเรียนทางไกล ซึ่งพบว่า การใช้แฟลชเทคโนโลยี (Flash Technology) ทำให้ผู้เรียนทางไกล และชั้นเรียนปกติสามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โปรแกรมอื่น เช่น PowerPoint ซึ่งทั้งนี้ความสามารถในการใช้แฟลชเทคโนโลยี (Flash Technology) อย่างมีประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับความคิดสร้างสรรค์ของผู้สอนและความสามารถในการใช้ฟังก์ชันในโปรแกรมของแต่ละบุคคล ถึงแม้ว่า ในการใช้แฟลชเทคโนโลยี (Flash Technology) เช่น Adobe Captivate และ Camtasia Studio ผู้สอนไม่จำเป็นต้องมีความรู้มากนัก แต่ผู้สอนจะต้องคุ้นเคยกับโปรแกรมเหล่านี้ และจะต้องสามารถบูรณาการให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนหรือวิชาที่สอน

จาการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Adobe Captivate จะช่วยในการพัฒนาประสิทธิภาพทางการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้ กล่าวคือ เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ง่าย ประหยัดเวลา และสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น ทั้งยังทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้บทเรียนได้ง่าย และช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กู๊ด (Good. 1973: 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้ หรือการพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

วิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 685) ได้จำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาโดยแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ความจำแบบง่ายๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้วเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับพื้นฐานแรกสุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นการถามเพื่อจะวัดความรู้ ความจำ ถึงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนมาแล้วตลอดจนความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนได้สะสมมาเป็นระยะเวลานาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นการถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของศัพท์และนิยามต่างๆ ตามที่เคยเรียนมาแล้ว คำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อม โดยไม่ต้องอาศัยการคำนวณหรือความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาคำนวณ ดำเนินการตามกระบวนการ

ที่ได้เรียนมาแล้ว

1.4 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ แบ่งเป็น 6 ขั้น คือ

1.5 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติ (Knowledge of Concept) เป็นความสามารถ ในการนำข้อเท็จจริงที่ได้เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กันแล้วสรุปความหมายตามความเข้าใจของตนเอง

1.6 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิง เกี่ยวกับหลักการทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ มาสัมพันธ์กันระหว่างความคิดรวบยอดและปัญหา

1.7 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) เป็นความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบของคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางพีชคณิต

1.8 ความสามารถในการแปลงรูปของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem elements form one mode to another) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์

1.9 ความสามารถในการดำเนินการตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์โดยดำเนินตามแนวของเหตุผลในขณะที่อ่าน

1.10 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a Mathematics problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ รวมถึงการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ

2. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว โดยอาศัยความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ไปแก้ปัญหาใหม่เป็นผลสำเร็จ พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้น คือ

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย (Ability to Solve Routine Problem) ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ด้านการคำนวณ ความเข้าใจ และการใช้กระบวนการเพื่อแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

2.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการนำข้อมูล 2 ชุด มาหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยเปรียบเทียบ สรุป และตัดสินใจ

2.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะ และตัดสินได้ว่าข้อมูลส่วนใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นในการนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

2.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถ ในการระลึกถึงข้อมูลการแปลงปัญหา การจัดกระทำข้อมูลและการสำรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่คุ้นเคย

กับข้อมูลที่กำหนดให้

3. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดทางสติปัญญาในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้านพุทธพิสัย ซึ่งพฤติกรรมในขั้นนี้ ต้องมีความสามารถในระดับสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกไม่คุ้นเคยมาก่อน การแก้ปัญหาครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมาแล้ว พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve non-routine Problem) เป็นความสามารถในการตอบคำถามที่ซับซ้อน ผู้เรียนต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้วผสมผสานกับความเข้าใจในความคิดรวบยอด นิยาม เพื่อนำไปสู่เนื้อหาใหม่

3.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ มาสัมพันธ์กันใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสื่อสาร เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลด้วยตนเอง โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

3.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลควบคุมความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบดูว่า ข้อพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดบ้างผิดพลาด

3.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปอ้างอิงทั่วไป (Ability to formulate and validate generalization) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์สูตร หรือกระบวนการแก้ปัญหา และเขียนการพิสูจน์ว่า ใช้ในกรณีทั่วไปได้

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541: 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

สุพิศ ตระกูลศุภชัย (2547: 9) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนก็คือผลสำเร็จที่เกิดขึ้น ซึ่งมีส่วนเชื่อมโยงและคล้ายคลึงกับการเรียนรู้ (Learning) เนื่องจากการเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการตอบสนองที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากประสบการณ์ของบุคคล ดังนั้นเมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ย่อมเกิดการเรียนด้วย ซึ่งผลการเรียนที่ได้นั้น จะเป็นดัชนีที่สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จ หรือความล้มเหลวของผู้เรียนได้ ทั้งนี้เพราะการวัดผลการเรียนนั้นเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือสัมฤทธิผล (Level at Accomplishment) ของบุคคลว่า เกิดการเรียนรู้แล้วเท่าใด มีความสามารถชนิดใด และการที่นักเรียน/นักศึกษา จะประสบความสำเร็จในการเรียนหรือไม่นั้นเป็นผลเนื่องมาจากองค์ประกอบต่างๆ หลายองค์ประกอบซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนในการส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรคความสามารถในการเรียนของนักเรียน/นักศึกษาได้

ศิริพร ศรีปุย (2548: 49) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ

ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ทั้งความรู้และทักษะ ตลอดจนความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับหลังจากการเรียน ซึ่งประเมินผลความรู้ความสามารถตลอดจนทักษะด้านต่างๆ ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ วิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 685) ซึ่งมี 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับมโนมติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับหลักการทั่วไป โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแปลงรูปของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง ความสามารถในการดำเนินการตามแนวของเหตุผล และความสามารถในการอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไป (Application) ใช้ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย ความสามารถในการเปรียบเทียบ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปอ้างอิงทั่วไป

4.2 ปัจจัยและองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14 – 16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียนมี ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิกามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณีความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตน การแสดงออกทางอารมณ์

แคร์รอล (Carroll. 1963: 723 – 733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่า เวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

วิมล ลิ่มเศรษโฐ (2527: 33) ได้กล่าวถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนนั้นประกอบด้วย

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยความถนัด และพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์ หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน โรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอน ซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่

ชญานิษฐ์ พุกเถื่อน (2536: 16 – 17) พบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น มีองค์ประกอบมากมายหลายด้านดังต่อไปนี้ คือ

1. ด้านคุณลักษณะในการจัดระบบในโรงเรียนจะประกอบด้วย ขนาดโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน และระยะทางจากโรงเรียนถึงสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ / กิ่งอำเภอ

2. ด้านคุณลักษณะของครู จะประกอบด้วย อายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ ความเอาใจใส่ต่อหน้าที่ทัศนคติเกี่ยวกับนักเรียน ฯลฯ

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ความเอาใจใส่ในการเรียน ทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ฯลฯ

4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 25) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น มีองค์ประกอบมากมายหลายอย่างดังต่อไปนี้ คือ

1. ด้านคุณลักษณะการจัดระบบในโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้ จะประกอบด้วยขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2. ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครูประกอบด้วย อายุ

วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ ความเอาใจใส่ในหน้าที่ ทัศนคติเกี่ยวกับนักเรียน ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสิ้น

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ความพร้อมในเรื่องอุปการณ์การเรียน ระยะทางไปโรงเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน ฐานะทางครอบครัว การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ตัวแปรเหล่านี้ก็มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจ สังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปร เช่น ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ ผลการวิจัยที่ผ่านมา พบว่า มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปรีชา วันโนนาม (2548: 44) กล่าวว่า อิทธิพลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีปัจจัย 2 อย่าง ปัจจัยโดยตรง คือ ตัวนักเรียนเอง ได้แก่ สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ และเจตคติต่อการเรียน และการได้รับความช่วยเหลือทางการเรียน ฯลฯ ปัจจัยทางอ้อม ได้แก่ ครอบครัว สภาพแวดล้อม วัฒนธรรม สังคม ตัวครู และวิธีการสอนของครู ฯลฯ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้คือ

1. องค์ประกอบด้านลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ เพศ อายุ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย ความบกพร่องทางด้านร่างกาย ฐานะเศรษฐกิจทางบ้าน สถานภาพของครอบครัว การศึกษาของบิดา มารดา

2. องค์ประกอบด้านลักษณะของครู ได้แก่ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงาน ความเอาใจใส่ในหน้าที่

3. องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ที่ตั้งของบ้าน และโรงเรียน ระบบการจัดการของโรงเรียน

4.3 ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุมาลี จันทร์ชลอ (2542: 16) กล่าวถึงประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. ประโยชน์ในแง่ของผู้สอน ผู้สอนสามารถได้ข้อมูลย้อนกลับ ในแง่ของการจัดการเรียนการสอนบางตอนที่ควรต้องปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากนักเรียนส่วนมากยังไม่เข้าใจ หรืออาจพบความผิดพลาดบางประการที่ควรปรับปรุงทั้งในด้านอุปกรณ์ แบบฝึกหัดและวิธีสอนหรือเครื่องมือวัด

2. ประโยชน์ในแง่ของผู้เรียน ผลการสอบทำให้ผู้เรียนรู้จุดอ่อน หรือข้อบกพร่อง

ของตนเองที่ควรปรับปรุงแก้ไข สามารถนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือกลุ่มเพื่อบอกความสามารถของผู้เรียน

3. ประโยชน์ในแง่การบริหาร ผู้บริหารสามารถใช้ผลการสอบวัดเพื่อวางแผนการจัดการศึกษาในภาพรวมของสถานศึกษา

4. ประโยชน์ในแง่ของการประเมินโครงการหรืองานวิจัย การสอบวัด นอกจากจะให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับการเรียนการสอนแล้ว การสอบวัดในโครงการ หรือเพื่องานวิจัย จะสามารถใช้ข้อมูลเพื่อการบ่งชี้ความสำเร็จของโครงการหรืองานวิจัยนั้นๆ

5. ประโยชน์ในงานแนะแนว การสอบวัดที่ได้มาตรฐาน จะเป็นข้อมูลที่ดีสำหรับการแนะแนวและการบริหาร สามารถบอกได้ว่าผู้เรียนควรเรียนต่อหรือทำงานได้

สมนึก ภัททิยธนี (2549: 9) กระบวนการวัดผลการศึกษาต้องอาศัยงบประมาณ เวลา แรงกาย และพลังความคิดทั้งในส่วนของครูผู้สอน และนักเรียนในฐานะผู้ถูกวัด ประโยชน์ที่พึงได้รับจากการดำเนินงานจะคุ้มค่าเพียงใด เป็นสิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องต้องคำนึงถึง ประโยชน์ที่ได้เกิดขึ้นแยกกล่าวได้ดังนี้

1. ประโยชน์ต่อนักเรียน

1.1 ช่วยให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองมีความรู้ความสามารถ เด่น – ด้อย เพียงใด มีความสามารถอยู่ในระดับใด และหากมีข้อบกพร่องจะได้ปรับปรุงแก้ไข

1.2 ช่วยให้นักเรียนเห็นความสามารถและความถนัดของตนเอง ทำให้เข้าใจตนเองยิ่งขึ้น

1.3 ช่วยให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนและเข้าใจในบทเรียนเพิ่มขึ้น

2. ประโยชน์ต่อครูผู้สอน

2.1 เป็นข้อมูลให้ครูได้เตรียมการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น

2.2 ช่วยให้ครูได้จัดนักเรียนในด้านต่างๆ ละเอียดมากขึ้น

2.3 ช่วยให้ครูสามารถรายงานผลการศึกษาให้นักเรียน ผู้ปกครอง อาจารย์ ฝ่ายแนะแนว และสถาบันการศึกษาที่นักเรียนจะไปเรียนต่อได้ทราบ

3. ประโยชน์ต่อฝ่ายแนะแนว

3.1 ฝ่ายแนะแนวจะนำผลการเรียนไปประกอบ การแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดกับนักเรียน

3.2 ช่วยให้ฝ่ายแนะแนวนำการเรียน หรือการแนะแนวอาชีพได้ถูกต้อง เพราะการวัดผลและประเมินผลจะช่วยให้ทราบว่าใครถนัดด้านใด อย่างไร

3.3 ช่วยให้ฝ่ายแนะแนว เสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไข การเรียนการสอนต่อผู้บริหาร

4. ประโยชน์ต่อฝ่ายบริหาร

4.1 ช่วยในการวางแผนการเรียนการสอน และการบริหารโรงเรียนให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

เช่น การจัดครูเข้าชั้น การส่งเสริมการสอนเด็กเรียนช้า การจัดการสอนซ่อมเสริม เป็นต้น

4.2 ช่วยในการตัดสินเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของโรงเรียน ได้แก่ การเลื่อนชั้น การรับนักเรียนเข้าใหม่ การจัดชั้นเรียน และแนวทางการใช้หลักสูตร

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ 4 ประการ คือ

1. ประโยชน์ต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของตนเอง เพื่อจะสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขในส่วนด้อยของตนเองให้ดีขึ้น

2. ประโยชน์ต่อผู้สอน ทำให้ผู้สอนเตรียมการสอนให้เหมาะกับความรู้ ความสามารถของผู้เรียน คือ สามารถส่งเสริมในเรื่องที่ผู้เรียนมีความสนใจ และเน้นในจุดที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจ

3. ประโยชน์ต่อฝ่ายแนะแนว ใช้เป็นข้อมูลในการแนะแนวทางการศึกษาต่อให้กับผู้เรียนตามความสนใจและความสามารถ

4. ประโยชน์ต่อฝ่ายบริหาร ช่วยในการตัดสินใจ ในการจัดทำหลักสูตร ให้เหมาะกับความสามารถของผู้เรียน

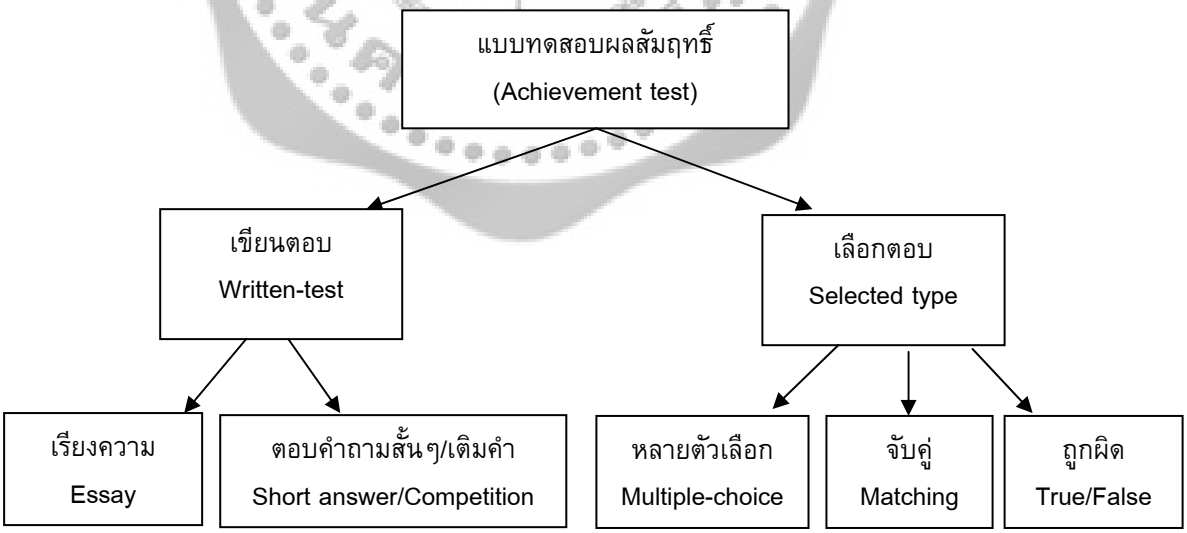
4.4 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุมาลี จันทร์ชลอ (2542: 53) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในห้องเรียนไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบชนิดให้เขียนตอบ แบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ แบบทดสอบชนิดความเรียง (Essay – type) และแบบทดสอบชนิดให้ตอบคำถามสั้นๆ หรือให้เติมคำตอบ

2. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Selected – type) แบ่งเป็น แบบทดสอบชนิดจับคู่ (Matching) ถูก-ผิด (True – False) และชนิดหลายตัวเลือก (Multiple – choice)

ประเภทของแบบทดสอบ ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ประเภทต่างๆ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ที่มา: สุมาลี จันทร์ชลอ. (2542). *การวัดผลและประเมินผล*. หน้า 53.

สมนึก ภัททิยธนี (2549: 63) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นเป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วๆ ไปในโรงเรียน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ) หรือกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วจังหวัด (แบบทดสอบมาตรฐานระดับจังหวัด) เป็นต้น

ข้อคำถามของแบบทดสอบมาตรฐานจะมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างแต่ที่ต่างกันคือแบบทดสอบมาตรฐานต้องกำหนดมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และการตรวจให้คะแนนเป็นอย่างเดียวกัน และที่ต่างกันอย่างเด่นชัดคือ มีเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ เพื่อแปลความหมายของคะแนน

ชวาล แพรัตกุล (2552: 74 – 75) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึงข้อสอบ ข้อปัญหา และโจทย์ข้อคำถามต่างๆ ที่พวกเราครูๆ สร้างขึ้นกันใช้กันเอง แบบทดสอบชนิดนี้ จะยังคงมี และจะต้องดำรงความสำคัญ เป็นกระดูกสันหลังของการวัดผลอยู่ตลอดไป คุณประโยชน์ที่สำคัญยิ่งของข้อสอบชนิดนี้อยู่ตรงที่เราสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพและเหตุการณ์ได้ต่างๆ นานา ดุจดังช่างตัดเสื้อที่สามารถดัดแปลงเสื้อผ้าให้มีทรวดทรงแปลกๆ เหมาะแก่ฤดูกาลต่างๆ ฉันนั้น เราอาจจะใช้ข้อสอบชนิดนี้ เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียน ใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นความรู้เดิม วัดความงอกงามในการเรียนการสอน วัดดูความบกพร่องเพื่อจัดสอนซ่อมแซม วัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ และอีกสารพัดวัตถุประสงค์ตามแต่ที่ครูปรารถนา

2. ข้อสอบมาตรฐาน ในวงการศึกษาปัจจุบัน เรามีความต้องการแบบทดสอบชนิดนี้มากมายเหลือเกิน และเป็นความต้องที่รีบด่วนด้วย แบบทดสอบมาตรฐานนี้มีคุณค่ามหาศาล สามารถใช้เป็นหลักสำหรับวัดและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอน ในเรื่องใดๆ ก็ได้ จะใช้สำหรับวัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัย ในแต่ละกลุ่มแต่ละภาพก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่างๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ และจะใช้งานสอบวัดอื่นๆ อีกก็ได้ นานัปการ สรุปว่าเป็นยอดเป็นมงกุฎของแบบทดสอบทั้งปวง มีคุณค่าประดุจดังตาชั่งกายสิทธิ์ สำหรับชั่งสมองมนุษย์ก็ว่าได้ ถ้าปราศจากเครื่องมือชนิดนี้แล้ว กิจกรรมแนะแนว และโครงการปรับปรุงอะไรต่อมิอะไร ก็เห็นจะเขยื้อนได้ยากเต็มที

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูเป็นคนสร้าง โดยแบบทดสอบประเภทนี้อาจเป็นแบบเขียนตอบ ถูกผิด หรือจับคู่ ซึ่งมีข้อดีคือครูสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ในปัจจุบันทำให้ข้อสอบมีความทันสมัย

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์เหมือนกับแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นแต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ฟินน์ และคนอื่นๆ (Finn; et al. 2003: 74 – A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยทำการศึกษากับครู 20 คน และนักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมาคือ พฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

รีส์และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2003: 74 – A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักและหลักสูตรเดิม วิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ครัมพ์ (Crump. 2004: 3621) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงของนักเรียนหญิงเกรด 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นจอเจียใต้ เป็นลักษณะพิเศษที่ได้พัฒนาจากการศึกษานำร่องโดยการสัมภาษณ์นักเรียนที่ประสบผลสำเร็จ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาจากข้อมูลโรงเรียน ประวัติของนักเรียน วารสารนักเรียนแลกเปลี่ยน และวารสารการวิจัยของครู โดยผู้สัมภาษณ์ได้อัดเทป และถ่ายสำเนา แล้วแบ่งแยกประเภทเพื่อเปรียบเทียบการตอบของนักเรียนประเภทของผลการตอบของนักเรียน กำหนดเป็นลำดับชั้น ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีผลรวมถึงทัศนคติต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหญิงคือ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะกับผู้ชาย มีผลต่อความเป็นผู้ใหญ่ ความอิสระ ความสนใจทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจทางคณิตศาสตร์ ประโยชน์ของคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยนี้ จะเป็นแนวทาง เพื่อกำจัดอุปสรรคที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการนสร้างหลักสูตรต่อไป

งานวิจัยในประเทศ

ศรีสมัย สอดศรี (2546: 54) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยใช้กระบวนการสร้างทักษะการแก้ปัญหากับการสอนปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้กระบวนการสร้างทักษะการแก้ปัญหากับนักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้กระบวนการสร้างทักษะ

การแก้โจทย์ปัญหาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ

จำปี นิลอรุณ (2548: 64) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทรงธรรม อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วันดี ต่อเพ็ง (2553: 57 – 62) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง (งามศิริวิทยาคาร) จำนวน 35 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูควรจัดให้เหมาะสมกับศักยภาพและความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 100 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน แล้วจับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวน 55 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนอรุณวิทยา พุทธศักราช 2551 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาทดลอง 10 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน	1	คาบ
2. บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์		
ชุดที่ 1 กราฟ	2	คาบ
ชุดที่ 2 ดีกรีของจุดและแนวเดิน	4	คาบ

	ชุดที่ 3 กราฟออยเลอร์	2	คาบ
3.	ทดสอบหลังเรียน	1	คาบ
	รวมทั้งหมด	10	คาบ

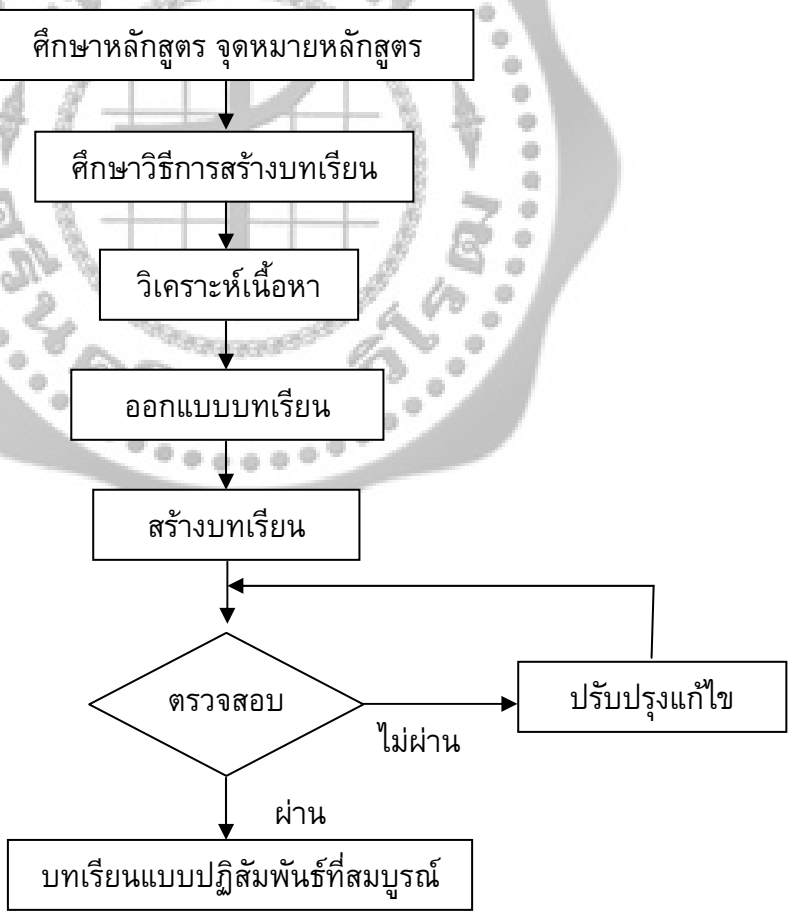
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
2. แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างและวิธีหาคุณภาพบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จุดมุ่งหมายทั่วไป ขอบข่ายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

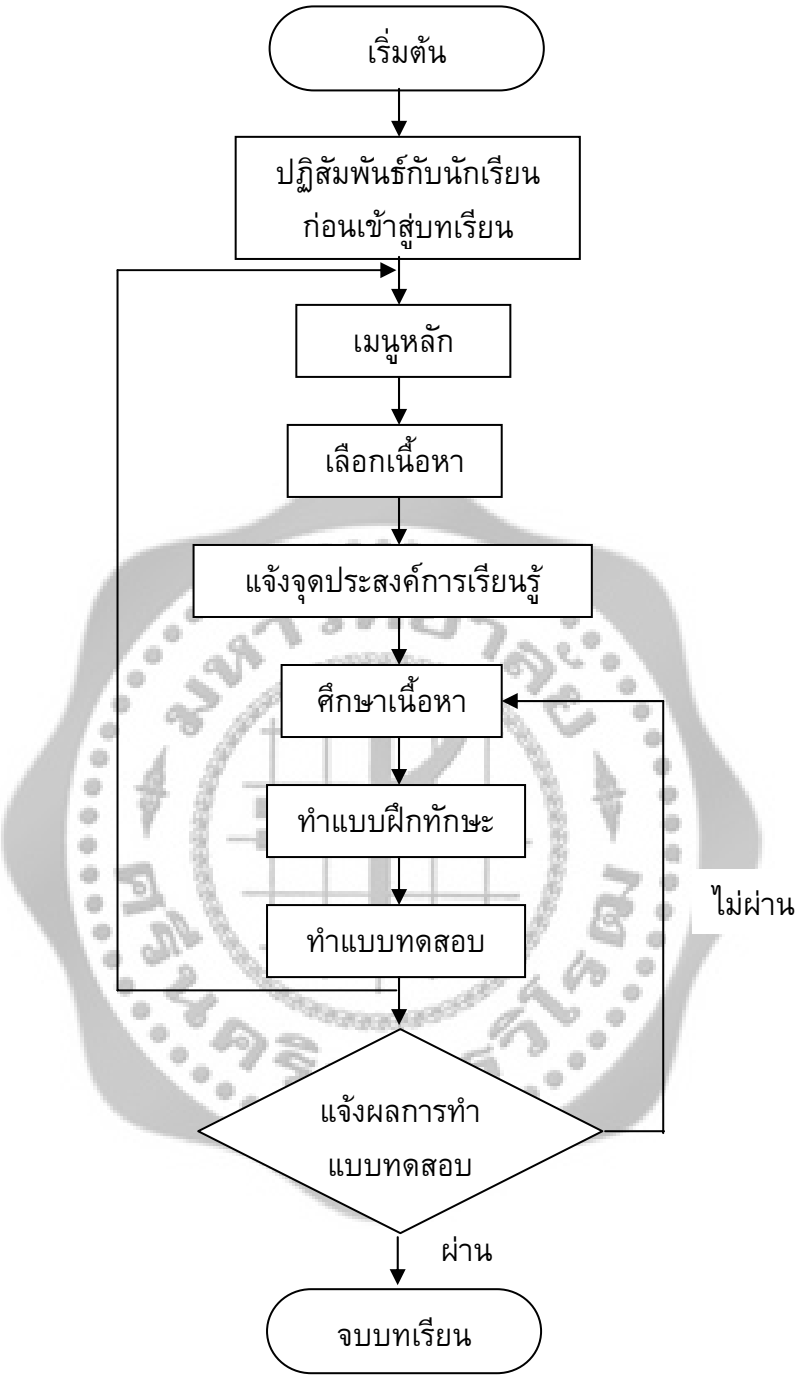
1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างบทเรียน

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยแบ่งเนื้อหา ดังนี้

1.3.1 กราฟ	2	คาบ
1.3.2 ดีกรีของจุดและแนวเดิน	4	คาบ
1.3.3 กราฟออยเลอร์	2	คาบ

1.4 ออกแบบบทเรียน และวางแนวทางในการนำเสนอเนื้อหา ดังนี้

1.4.1 กำหนดบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยจัดเรียงลำดับดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนกำหนดโครงสร้างของบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

1.4.2 เขียนบทเรียนในแต่ละกรอบลงในกระดาษรวมเป็นแผ่นเรื่องราว (Story Board) โดยในแต่ละแผ่นจะประกอบไปด้วย เนื้อหา การกำหนดสี รูปแบบ/ขนาดตัวอักษร สีพื้น รวมถึง

ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใส่เนื้อหาและกิจกรรม ข้อมูลที่แสดงบนจอ สิ่งที่คาดหวัง และการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน รวมไปจนถึงการกำหนดเสียงต่างๆ ที่จะนำมาประกอบบทเรียน

1.5 นำแผ่นเรื่องราว (Story Board) มาสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Adobe Captivate 4

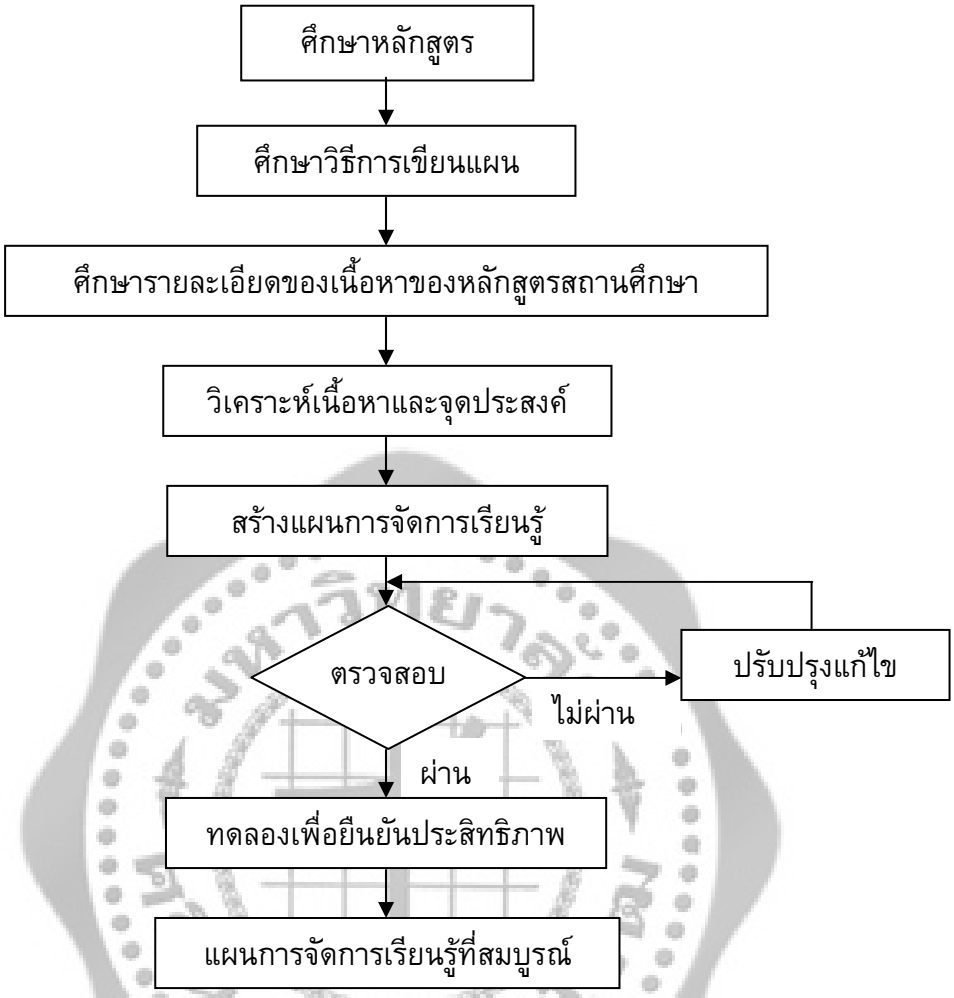
1.6 นำบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Adobe Captivate 4 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ตรวจพิจารณา เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Adobe Captivate 4 ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ ความถูกต้องของภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรม ลำดับขั้นการเรียนรู้ และรูปแบบ แล้วปรับปรุงแก้ไข

1.8 ปรับปรุงบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการจัดลำดับของเนื้อหา และการแสดงผลย้อนกลับในบทเรียน หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วนำบทเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง

1.9 นำบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มี ขั้นตอนการสร้าง ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสร้างและวิธีหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในระดับช่วงชั้นที่ 4

2.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

2.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนอรุณวิทยา พุทธศักราช 2551

2.4 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เพื่อกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาที่จะใช้สอน และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.5 จัดทำแผน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

2.5.1 สาระที่

2.5.2 มาตรฐานการเรียนรู้

2.5.3 ผลการเรียนรู้

2.5.4 สาระสำคัญ (Concept)

2.5.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.5.5.1 ด้านความรู้

2.5.5.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

2.5.5.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.5.6 สาระการเรียนรู้

2.5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

2.5.7.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

2.5.7.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

2.5.7.3 ขั้นสรุปผล

2.5.7.4 ขั้นนำไปใช้

2.5.8 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

2.5.9 ภาระงาน/ชิ้นงาน

2.5.10 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

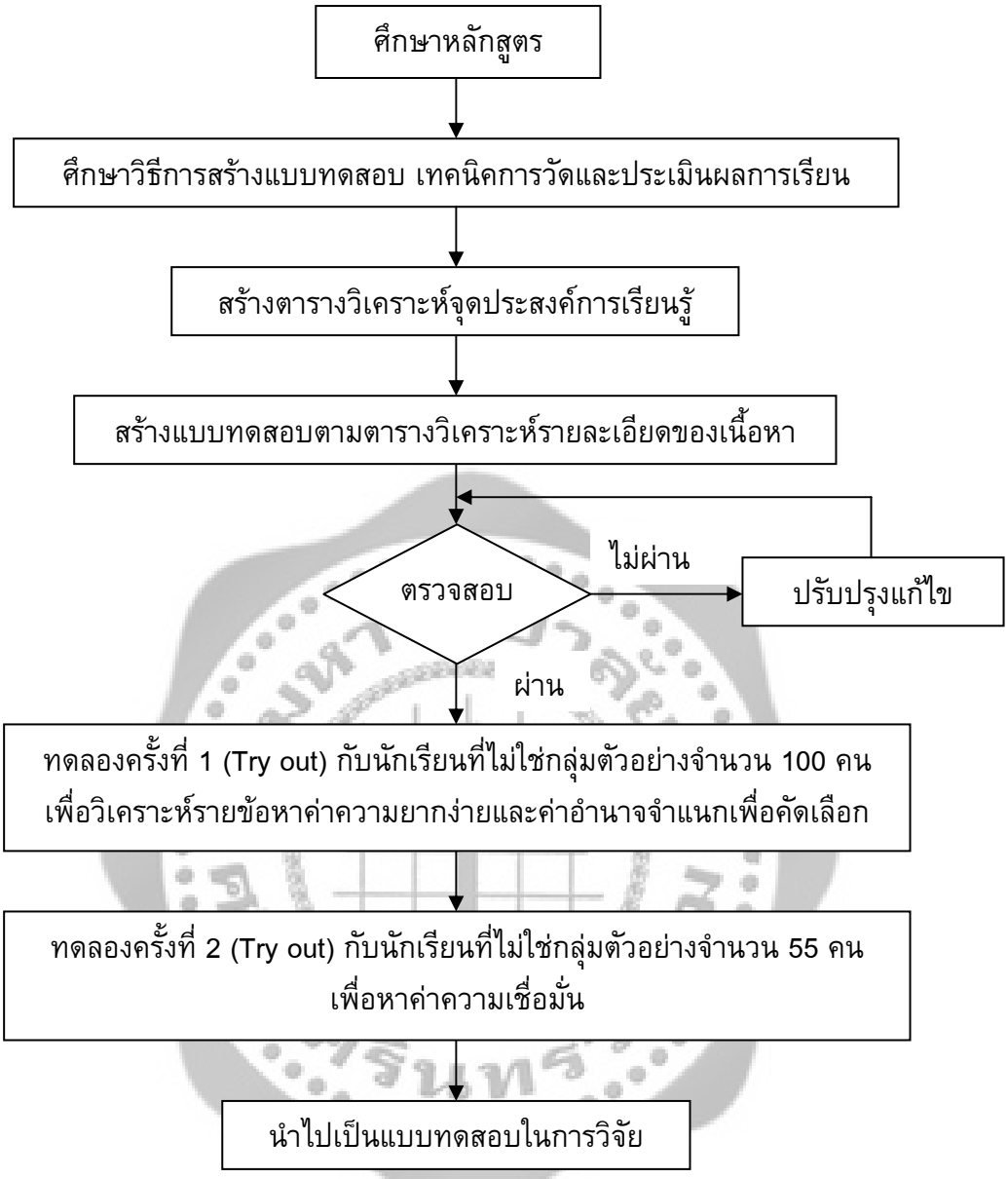
2.5.11 บันทึกหลังการสอน

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ก่อน แล้วได้รับการอนุมัติจึงนำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

2.7 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจพิจารณาแล้วนำไปใช้กลับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีขั้นตอนในการสร้าง ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 ของโรงเรียนอรุณวิทยา และวิธีสร้างแบบทดสอบของชวาล แพรัตกุล (2520: 1 – 401)

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการจัดการเรียนรู้โดยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

3.4 นำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ และเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เช่น อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์หรืออาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา

3.5 ทำการตรวจหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ ลงความเห็นว่า ข้อทดสอบแต่ละข้อตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยใช้สูตรของ โรวิเนลลี และ แฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา 2543: 248 – 249; อ้างอิงจาก Rovinnelli; & Hambloton. 1977: unpaged) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอรุณวิทยา เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จำนวน 100 คน ซึ่งผ่านการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.7 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยข้อสอบแบบเลือกตอบ ตอบถูกให้ 1 คะแนน และข้อสอบที่ตอบผิด ตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน

3.8 นำผลการตรวจคะแนนที่ได้จากข้อ 3.7 มาวิเคราะห์รายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6 – 52) คัดเลือกข้อที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ซึ่งได้ค่าความยาก (p) อยู่ตั้งแต่ 0.23 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 – 0.52

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอรุณวิทยา เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จำนวน 55 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 – 198) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.81

3.10 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 249)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมโดยใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

T_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre-test)

T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post-test)

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน แล้วจับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวน 55 คน

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอรุณวิทยา อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 55 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลา 1 คาบ

3. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 ชุด เป็นระยะเวลา 8 คาบ

4. ทำการทดสอบหลังเรียน (post-test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้เวลา 1 คาบ

5. ตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐาน

2.1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 306)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 307)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของแต่ละคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$N-1$ แทน ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

2.2 สถิติเพื่อหาคุณภาพของข้อมูล

2.2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248 – 249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 ความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบโดยใช้เทคนิค 27%ของจุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6 – 52)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ
R แทน จำนวนคนที่ทำถูกในข้อนั้น
N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

$$r = \frac{R_U - R_L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
R_U แทน จำนวนคนที่ทำถูกในกลุ่มสูง
R_L แทน จำนวนคนที่ทำถูกในกลุ่มต่ำ
N แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

2.2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของ Kuder – Richardson (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 – 199)

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น
k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด
p แทน สัดส่วนจำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ทั้งหมด
q แทน 1-p
s^2 แทน ค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยใช้สูตร t-test for Dependent Samples (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2540: 248)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนรายคู่

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\left(\sum D\right)^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$N-1$ แทน ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

2.3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยใช้สูตร t-test for One Sample (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2540: 240)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

μ แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

s แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$N-1$ แทน ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อต่างๆ ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนหลังจากทำแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนผู้เรียน
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยเกณฑ์กำหนดไว้มีค่าเท่ากับ 14 คะแนน
k	แทน	จำนวนข้อสอบ
t	แทน	ค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t – Distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ โดยใช้ t – test for Dependent Samples ปรากฏผล ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

การเปรียบเทียบ	การทดลอง	N	k	$\overline{X}$	s	t
ผลสัมฤทธิ์	ก่อนการทดลอง	55	20	6.91	2.20	19.41**
ทางการเรียน	หลังการทดลอง	55	20	16.80	2.67	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(0.01;df54)}$ = 2.3974)

จากตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กับเกณฑ์ โดยใช้สูตร t – test for One Sample ปรากฏผลดัง ตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กับเกณฑ์

คะแนน	N	k	μ_0	$\overline{X}$	s	t
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	55	20	14	16.80	2.67	7.78**

** มีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 ($t_{(0.01;df54)}$ = 2.3974)

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 84.00

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน จากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ ก่อนและหลังการทดลอง

2. เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน จากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ กับเกณฑ์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนจากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนจากบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 100 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม(Cluster Random Sampling) จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน มา 1 ห้องเรียน จำนวน 55 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ซึ่งผ่านการตรวจแก้ไขเกี่ยวกับความถูกต้อง และสอดคล้องกับเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองกลุ่มตัวอย่าง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ซึ่งผ่านการตรวจแก้ไขเกี่ยวกับความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ได้ค่าความยาก (p) อยู่ตั้งแต่ 0.23 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 – 0.52 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.81

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มาทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 55 คน โดยใช้เวลา 50 นาที

2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นระยะเวลา 8 คาบ โดยภายหลังการสอนในแต่ละคาบจะให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน มาทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอรุณวิทยา อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 55 คน โดยใช้เวลา 50 นาที

4. ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples

2. วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์แบบ t-test for One Sample

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปได้ว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้อง สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น หลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1ทั้งนี้อันเนื่องมาจาก

1.1 บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นบทเรียนที่ใช้เรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการออกแบบกราฟิก การนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนและบทเรียนสามารถแสดงผลย้อนกลับให้ผู้เรียนได้ทราบ ซึ่งเมื่อเรียนจบ ผู้เรียนจะได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง และทราบผลการเรียนรู้ของตน (ทิศนา แขมมณี. 2552: 152) ซึ่งสอดคล้องกับซิพเพิล (Sipple. 1981: 77) ที่กล่าวว่า คอมพิวเตอร์จะสามารถตอบข้อที่บกพร่องของผู้เรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด และในการสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์นี้ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนสอดคล้องกับลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีของ แฮนนาฟินและเพค (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542: 71 - 74; อ้างอิงจาก Hannafin; & Peck. 1988: 17 – 23) ที่กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของการสอน บทเรียนควรเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนไม่ควรยากหรือง่ายจนเกินไป บทเรียนควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุด และควรคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน บทเรียนที่ดีควรสร้างความรู้สึกในทางบวกให้กับผู้เรียน เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน และควรจัดทำบทเรียนให้สามารถแสดงผลย้อนกลับไปยังผู้เรียนให้มากๆ

1.2 บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีแบบฝึกทักษะทั้งแบบเติมคำตอบ แบบถูกผิด และแบบจับคู่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้กระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการทำแบบฝึกหัดไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงอย่างเดียว แต่ยังช่วยผู้เรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่เสมอ (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542: 65 - 68) อีกทั้งการทำแบบฝึกทักษะทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550: 101)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น หลังได้รับการจัดการเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นบทเรียนที่ใช้เรียนทางคอมพิวเตอร์ โดยที่บทเรียนสามารถนำเสนอได้ทั้งตัวอักษร ภาพนิ่ง และมีการออกแบบ

กิจกรรมซึ่งผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับบทเรียนโดยผ่านทางแป้นพิมพ์หรือเม้าส์เพื่อศึกษาเนื้อหา และมีการสร้างแบบฝึกหัด พร้อมทั้งมีการรายงานผลการเรียนตลอดเวลาที่มีการเรียนรู้จากบทเรียน ซึ่งเป็นการกระตุ้นโต้ตอบความแตกต่างของแต่ละบุคคลและมีการเสริมแรงแก่ผู้เรียน (วิภาวดี วงศ์เลิศ. 2544: 12) เพราะผู้เรียนสามารถทราบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเองได้ตลอดเวลา และผู้เรียนยังสามารถทบทวนเนื้อหาของบทเรียนในเนื้อหาส่วนที่ยังไม่เข้าใจ ซึ่งสนับสนุนการเรียนรู้แบบความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Learning) เพราะความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความแตกต่างกันและผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนด้วยตนเองตามความถนัด และความสามารถ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกรรณิกา ทองพันธ์ (2547: 81) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่นได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541: 11) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด (2537: 123) ที่กล่าวว่า การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน อีกทั้งบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นนวัตกรรมใหม่ในการเรียนรู้ของผู้เรียน และสามารถดึงดูดความสามารถในการเรียนรู้ได้ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอนตลอดการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุบิน ยมบ้านกวย (2550: 134) และ สุทธิพงษ์ มากุล (2551: 85 – 88) ที่กล่าวว่า บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจและทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ข้อสังเกตจากการศึกษา

จากการทดลองสอน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการศึกษาค้นคว้า ซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ ในช่วงแรก ผู้เรียนยังสับสน และไม่เข้าใจขั้นตอนในการเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้เรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ นักเรียนจึงมีการซักถามเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยจึงได้ชี้แจง ให้คำแนะนำต่างๆ และให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอน จึงดำเนินไปได้ด้วยดี

2. การพิมพ์คำตอบลงในบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์นั้น ผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการพิมพ์วรรคตอนในคำตอบ จึงทำให้ใช้เวลานานในการพิมพ์ ซึ่งผู้เรียนบางคนอาจเกิดความเบื่อหน่าย ผู้สอนจึงควรเน้นย้ำในเรื่องการพิมพ์ให้กับผู้เรียนได้ทราบ เพื่อทำให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบได้ถูกต้อง

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ เมื่อมีการให้ผลย้อนกลับ และการให้การเสริมแรงกับผู้เรียนในขณะเรียน จะทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงข้อผิดพลาดของตนเอง ดังนั้นผู้เรียนสามารถนำข้อผิดพลาดเหล่านั้นไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาตนเองในการเรียนครั้งต่อไป หรือในการทำเอกสารฝึกหัดประจำเนื้อหา

4. เมื่อผู้เรียนทำเอกสารฝึกหัดประจำเนื้อหาแล้ว ผู้สอนตรวจเอกสารฝึกหัดประจำเนื้อหาด้วยตนเองและแจกคืนให้ผู้เรียนในคาบต่อไป ซึ่งทำให้ผู้สอนทราบข้อบกพร่องต่างๆ ของผู้เรียน แต่ละคน ซึ่งจะทำให้ผู้สอนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของผู้เรียนแต่ละคนได้ถูกต้อง รวมทั้งผู้เรียนแต่ละคนได้ทราบว่าตนเองมีข้อผิดพลาดในเรื่องใด และสามารถแก้ไขได้ในคาบต่อๆ ไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ก่อนทำการเรียนการสอนควรมีการตรวจสอบอุปกรณ์ให้มีความพร้อมในการเรียนการสอนที่สุด ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนไม่ล่าช้า และนักเรียนจะได้สามารถเรียนได้ทุกคน

1.2 ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้สอนควรเตรียมเนื้อหา รวมทั้งภาพประกอบให้พร้อม เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการสร้างบทเรียน และความมีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมที่จะใช้สร้างบทเรียนเป็นอย่างดี จะสงผลให้บทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อผู้เรียนอย่างแท้จริง

1.3 ก่อนการสอนในแต่ละครั้งนั้น ครูผู้สอนควรมีการชี้แจงขั้นตอนการศึกษาบทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจก่อน เพราะถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อาจจะส่งผลให้การเรียนไม่ประสบผลสำเร็จได้

1.4 ในขณะที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนปฏิสัมพันธ์ด้วยตนเอง อาจจะมีผู้เรียนบางคนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาในบางส่วน หรือเข้าใจเนื้อหาบางส่วนผิดไป หรือไม่เข้าใจลำดับขั้นตอนการศึกษาเนื้อหาในบทเรียน ดังนั้น ผู้สอนจึงควรที่จะดูแลให้คำแนะนำ ให้คำอธิบายให้กำลังใจแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด

1.5 หลังจากการศึกษาด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ ผู้สอนควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดลงในใบงาน เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนและเป็นการทดสอบว่าผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาไปแล้วจริงหรือไม่

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาค้นคว้าบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ โดยทำการทดลองกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น และระดับชั้นอื่นๆ เช่น ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พื้นผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2 ควรมีการศึกษาบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบ หรือความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบปฏิสัมพันธ์ กับการเรียนแบบปกติ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *ความรู้เกี่ยวกับมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

----------. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

----------. (2552). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กรรณิกา ทองพันธ์. (2547). *การพัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์วิชาการวิเคราะห์ระบบและการออกแบบ สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำหรับวิทยาลัยชุมชน พ.ศ. 2538.* วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2536). *เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กัลยกร อนุฤทธิ์. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

----------. (2548). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คนึง พูลสวัสดิ์. (2552). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ปริศนาคำทายภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จำปี นิลอรุณ. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จินตนา เรืองวิไลรัตน์. (2551). *การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านจริยธรรมของเด็กปฐมวัย.* วิทยานิพนธ์ ศ.ม. (การออกแบบนิเทศศิลป์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2550). *วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชญานิษฐ์ พุกเถื่อน. (2536). *การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.

ชวาล แพรัตกุล. (2520). *เทคนิคการเขียนข้อสอบ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

----------. (2516). *เทคนิคการวัดผล.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

เดโช สวนานนท์. (2512). *ปทานุกรมจิตวิทยา.* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

----------. (2545). *หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ทองแท่ง ทองลิ่ม. (2541). *สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สื่อปฏิสัมพันธ์ วิชาเทคนิคก่อสร้าง 1 เรื่องโครงหลังคาตามหลักสูตรวิทยาลัยครู ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2536.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทักษิณา สวนานนท์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ: องค์การค้าของคุรุสภา.

ทิพวรรณ เดชสงค์. (2551). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทิศนา แขมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน.* พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทพร ระภักดี. (2550). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545). *นวัตกรรมการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี: เอส อาร์ พริ้นติ้ง.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปราณี รามสูต. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ: บูรพาสาส์น.

ปรีชา วันโนนาม. (2548). *ผลการใช้ชุดการเรียน โดยเพื่อนสอนเพื่อนหน่วยการเรียนรู้ “เส้นขนาน” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พจนีย์ สุขชาวนา. (2548). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* กาญจนบุรี: ท็อปดับเบิลเอ (TOP Double A).

พรเทพ เมืองแมน. (2544). *การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มณีชัย ชูราษี. (2548). *บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวริยาสาส์น.

----------. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----------. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----------. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

วันดี ต่อเพ็ง. (2553). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิภาวดี วงศ์เลิศ. (2544). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "เซต" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิมล ลิ่มเศรษโฐ. (2527). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้หนังสือการ์ตูนเป็นอุปกรณ์การเสนอกับการสอนปกติในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตร.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

วิราพร นพพิทักษ์. (2546). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศรีสมัย สอดศรี. (2546). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการสร้างทักษะการแก้ปัญหากับการสอนตามปกติ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศิริพร ศรีปุย. (2548). *ผลการใช้ชุดกิจกรรม WALK RALLY คณิตศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบค้นพบ เรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศุภลักษณ์ คำดี. (2552). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการนำเสนอความคิดรวบยอดก่อนเรียนกับหลังเรียน เรื่อง เวลากับยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *รายงานผลการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (o-net) ปีการศึกษา 2552 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 5.* สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2553, จาก http://www.nets.or.th.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สานนท์ เจริญฉาย. (2533). *โปรแกรมการประยุกต์ด้านการศึกษา.* กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

สุทธิพงษ์ มากุล. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คำสมาส.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุบิน ยมบ้านกวย. (2550). *การพัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุพิศ ตระกูลศุภชัย. (2547). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุมาลี จันทร์ชลอ. (2542). *การวัดและประเมินผล.* กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุลัดดา ลอยฟ้า. (2541, มกราคม – สิงหาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ : การมีส่วนร่วมของผู้เรียน. *วรสารศึกษาศาสตร์.* 20(1): 9 – 10.

อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. (2553). *พัฒนาสื่อการสอนด้วย Adobe Captivate 4.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อำนาจ เชื้อบ่อคา. (2547). *ผลของการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Armsey, J.W.; & Dahl, N.C. (1973). *An Inquiry into the Use of Instructional Technology.* New York: Ford Foundation.

Carroll, John B. (1963, May). A Model of School Learning. *Teacher College Record*. 64(2): 723 – 733.

Crump, Patia Sheral. (2004, April). *What Influences Girls' Mathematics Achievement : The Stories of Six high – achieving Middle School Females*.

Drier, Hollylynne S. (2001, April). *Teaching and Learning Mathematics With Interactive Spreadsheets*. North Carolina State University. 101(4): 170-179. Retrieved July 13, 2001, from http://www.mathed.byu.edu/~kleatham/Classes/Fall2008/MthEd308/Drier2001TeanhingAndlearningMathematicsWithInteractiveSpeadsheets.pdf

Fan, Chung Teh. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey, Princeton: Educational Testing Services.

Finn, Kelly F.; et al. (2003). Assertiveness Level of Occupational Therapists. *Dissertation Abstracts International*. 58(2): 809.

Fuchs, Lynn S.; et al. (2006, September/October). The Effects of Computer-Assisted Instruction on Number Combination Skill in At-Risk First Graders. *Journal of Learning Disabilities*. 39(5): 467 – 475.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd.ed. New York: McGraw – Hill Book.

Huan, X. (2009, Fall). The Use of Flash Technology in Distance Learning. *The Journal for Computing Teachers.* Retrieved July 13, 2001, from http://www.iste.org/jct

Klawe, Maria M. (1998, May). *When Does The Use Of Computer Games and other Interactive Multimedia Software Help Student Learn Mathematics?*. Retrieved July 13, 2001, from http://www.cs.ubc.ca/nest/egems/reports/NCTM.doc

Necati HIRCA. (2009, June). From the Teacher' Perspective : A Way of Simplicity for Multimedia Design. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 10(1).

Prescott, Daniel A. (1961). Report of Conference on Child Study. *Educational Bulletin*. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.

Reys, Robert; et al. (2003). Assessing the Impact of Standards-Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(1): 74 – A.

Schwier, Richard A.; & Misanchuk, Earl R. (1993). *Interactive Multimedia Instruction.* Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.

Siegel, Kevin A. (2009). *Adobe Captivate 4 : Beyond the Essentials "Skill and Drills" Learning.* Riva, M.D.: Icon Logic.

Sipple, Charles J. (1981). *Microcomputer Dictionary*. 2nd ed. U.S.A.: Howard W. Sams.

Soyibo, K.; & Hudson, A. (2000). Effects of Computer-assisted Instruction (CAI) on 11th Graders' Attitudes to Biology and CAI and Understanding of Reproduction in Plants and Animals. *Research in Science & Technological Education*. 18(2): 191 – 199.

Wilson, James W. (1971, August). An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem-solving to Learning Disabled Students. *Dissertation Abstracts International*. 50(2): 416 – A.

Yusuf, Mudasiru O.; & Afolabi, Adedeji O. (2010, January). Effects of Computer Assisted Instruction (CAI) on Secondary School Students' Performance in Biology. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 9(1): 62 – 67.

Zinn, K.L. (1976). Computer – Assisted Instruction (CAI). *Encyclopedia of Computer Science*. Hoboken: John W & Sons. 4: 268.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
- ค่า X และค่า X^2 ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (20 คะแนน) จำนวน 55 คน
- ค่า x และค่า x^2 ในการหาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คน

ตาราง 4 ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญ	ความคิดเห็นข้อที่																													
	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	26	27	28	29	30
คนที่ 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	1	1	1	1	1
คนที่ 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	1	1	1	1	1
คนที่ 3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
IOC	1	0.67	1	1	1	0.67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.67	1	1	1	1	1	1	1	1

จากตาราง 4 คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC $\geq$ 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1 จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 5 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.85	0.2439	คัดออก	16	0.44	0.5269	คัดเลือก
2	0.66	0.5244	คัดเลือก	17	0.32	0.1639	คัดออก
3	0.72	0.3399	คัดเลือก	18	0.54	0.3634	คัดเลือก
4	0.84	0.2854	คัดออก	19	0.56	0.4435	คัดเลือก
5	0.69	0.4386	คัดเลือก	20	0.37	0.3466	คัดเลือก
6	0.73	0.1088	คัดออก	21	0.23	0.3551	คัดเลือก
7	0.83	0.3510	คัดออก	22	0.76	0.2226	คัดเลือก
8	0.66	0.5119	คัดเลือก	23	0.79	0.3745	คัดเลือก
9	0.65	0.4539	คัดเลือก	24	0.79	0.4737	คัดเลือก
10	0.54	0.3402	คัดออก	25	0.81	0.4329	คัดออก
11	0.84	0.2141	คัดออก	26	0.24	0.1449	คัดออก
12	0.80	0.2278	คัดเลือก	27	0.39	0.2159	คัดเลือก
13	0.52	0.3898	คัดเลือก	28	0.24	0.3830	คัดเลือก
14	0.71	0.4841	คัดเลือก	29	0.56	0.2800	คัดเลือก
15	0.32	0.1919	คัดออก	30	0.68	0.3713	คัดเลือก

ตัวอย่าง การหาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบข้อที่ 1 โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6 – 52)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนที่ทำถูกในข้อนั้น

N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

ดังนั้น $p = \frac{66}{100}$

$= 0.66$

และ $r = \frac{R_U - R_L}{N}$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_U แทน จำนวนคนที่ทำถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ทำถูกในกลุ่มต่ำ

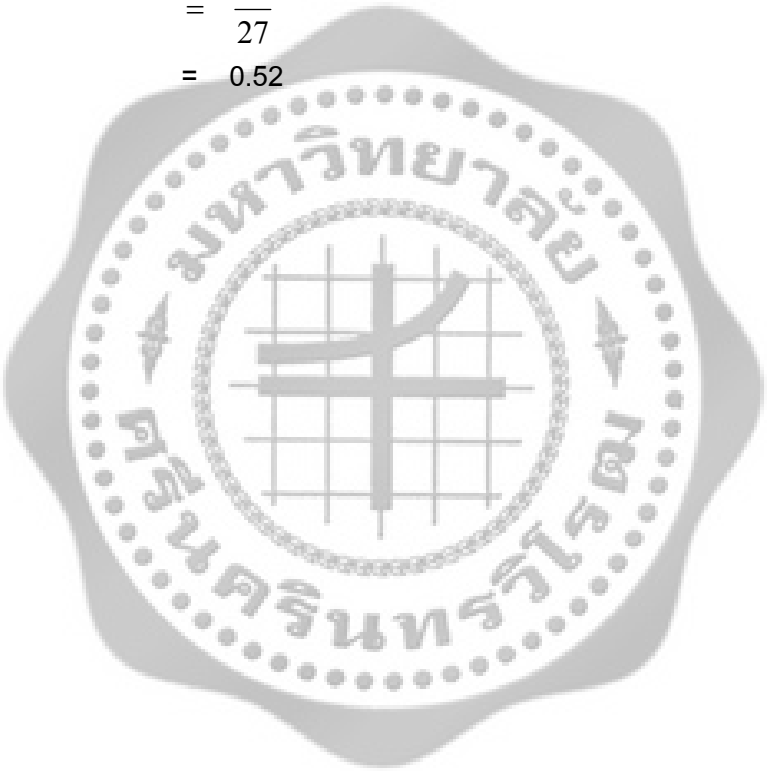
N แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

ดังนั้น $r = \frac{R_U - R_L}{27}$

$= \frac{25 - 11}{27}$

$= \frac{14}{27}$

= 0.52



ตาราง 6 ค่า x และค่า x^2 ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คนที่	คะแนน (x)	คะแนน (x^2)	คนที่	คะแนน (x)	คะแนน (x^2)
1	16	256	26	13	169
2	10	100	27	11	121
3	14	196	28	6	36
4	9	81	29	18	324
5	15	225	30	15	225
6	6	36	31	13	169
7	20	400	32	11	121
8	13	169	33	14	196
9	7	49	34	9	81
10	11	121	35	13	169
11	8	64	36	10	100
12	15	225	37	20	400
13	5	25	38	12	144
14	19	361	39	7	49
15	13	169	40	15	225
16	10	100	41	13	169
17	14	196	42	11	121
18	4	16	43	16	256
19	15	225	44	6	36
20	6	36	45	17	289
21	18	324	46	13	169
22	12	144	47	3	9
23	11	121	48	14	196
24	7	49	49	4	16
25	15	225	50	18	324

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	คะแนน (x)	คะแนน (x^2)	คนที่	คะแนน (x)	คะแนน (x^2)
51	15	225	76	18	324
52	14	196	77	15	225
53	16	256	78	11	121
54	13	169	79	10	100
55	19	361	80	6	36
56	5	25	81	14	196
57	10	100	82	13	169
58	4	16	83	5	25
59	17	289	84	17	289
60	6	36	85	15	225
61	11	121	86	11	121
62	10	100	87	5	25
63	15	225	88	19	361
64	9	81	89	8	64
65	11	121	90	15	225
66	16	256	91	11	121
67	11	121	92	13	169
68	14	196	93	16	256
69	2	4	94	6	36
70	10	100	95	13	169
71	2	4	96	9	81
72	17	289	97	14	196
73	12	144	98	11	121
74	12	144	99	7	49
75	13	169	100	15	225
			รวม	1176	15704

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

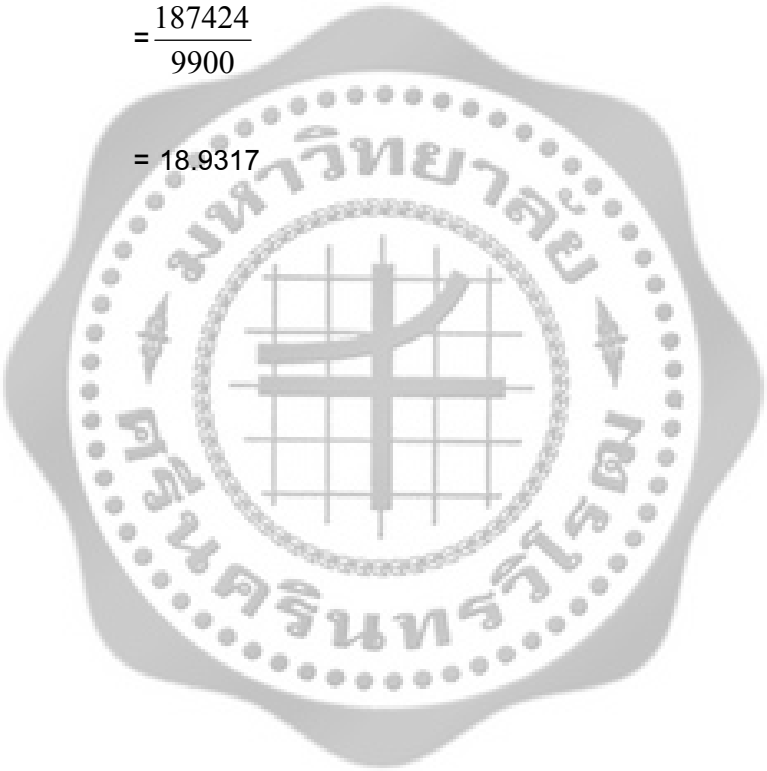
$$s^2 = \frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{100(15704) - (1176)^2}{100(100-1)}$$

$$= \frac{1570400 - 1382976}{9900}$$

$$= \frac{187424}{9900}$$

$$= 18.9317$$



ตาราง 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	p	q	pq
1	0.66	0.34	0.2244
2	0.72	0.28	0.2016
3	0.69	0.31	0.2139
4	0.66	0.34	0.2244
5	0.65	0.35	0.2275
6	0.80	0.20	0.1600
7	0.52	0.48	0.2496
8	0.71	0.29	0.2059
9	0.44	0.56	0.2464
10	0.54	0.46	0.2484
11	0.56	0.44	0.2464
12	0.37	0.63	0.2331
13	0.23	0.77	0.1771
14	0.76	0.24	0.1824
15	0.79	0.21	0.1659
16	0.79	0.21	0.1659
17	0.39	0.61	0.2379
18	0.24	0.76	0.1824
19	0.56	0.44	0.2464
20	0.68	0.32	0.2176
รวม	11.76	8.24	4.26

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

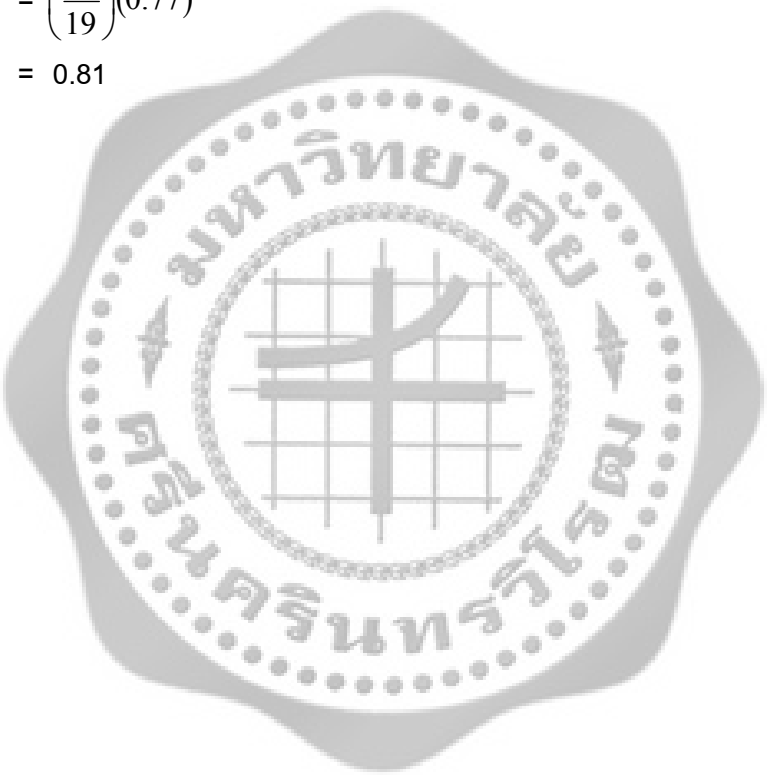
$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1-\frac{\sum pq}{s^2}\right)$$

$$= \left(\frac{20}{20-1}\right)\left(1-\frac{4.26}{18.9317}\right)$$

$$= \left(\frac{20}{19}\right)(1-0.23)$$

$$= \left(\frac{20}{19}\right)(0.77)$$

$$= 0.81$$



ตาราง 8 คะแนนผลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (20 คะแนน) จำนวน 55 คน

คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่าง		คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่าง	
	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D^2		คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D^2
1	7	20	13	169	21	7	17	10	100
2	6	19	13	169	22	6	17	11	121
3	8	20	12	144	23	7	16	9	81
4	9	15	6	36	24	8	17	9	81
5	9	17	8	64	25	9	17	8	64
6	2	16	14	196	26	6	17	11	121
7	6	19	13	169	27	8	14	6	36
8	8	15	7	49	28	5	13	8	64
9	7	18	11	121	29	6	20	14	196
10	7	17	10	100	30	7	20	13	169
11	6	18	12	144	31	8	18	10	100
12	5	17	12	144	32	12	18	6	36
13	3	18	15	225	33	8	17	9	81
14	11	16	5	25	34	5	9	4	16
15	9	14	5	25	35	5	12	7	49
16	6	20	14	196	36	9	19	10	100
17	4	17	13	169	37	8	18	10	100
18	5	19	14	196	38	5	10	5	25
19	7	18	11	121	39	7	20	13	169
20	4	16	12	144	40	7	17	10	100

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่าง		คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่าง	
	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D^2		คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D^2
42	7	19	12	144	50	8	18	10	100
43	9	14	5	25	51	4	8	4	16
44	10	18	8	64	52	9	13	4	16
45	8	18	10	100	53	9	18	9	81
46	2	17	15	225	54	2	18	16	256
47	7	16	9	81	55	7	18	11	121
48	9	17	8	64					
					รวม	363	887	524	5708

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ทดสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad ; df = N-1$$

$$t = \frac{524}{\sqrt{\frac{55(5708) - (524)^2}{55-1}}}$$

$$t = \frac{524}{\sqrt{\frac{313940 - 274576}{54}}}$$

$$t = \frac{524}{\sqrt{\frac{39364}{54}}}$$

$$t = \frac{524}{\sqrt{728.96}}$$

$$t = 19.41$$

เปิดตารางจะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 เมื่อ df = 55 - 1 = 54 และจากการเทียบจะได้ค่า t = 2.3974

ตาราง 9 ค่า x และค่า x^2 ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 55 คน

คนที่	คะแนน (x)	คะแนน (x^2)	คนที่	คะแนน (x)	คะแนน (x^2)
1	20	400	29	20	400
2	19	361	30	20	400
3	20	400	31	18	324
4	15	225	32	18	324
5	17	289	33	17	289
6	16	256	34	9	81
7	19	361	35	12	144
8	15	225	36	19	361
9	18	324	37	18	324
10	17	289	38	10	100
11	18	324	39	20	400
12	17	289	40	17	289
13	18	324	41	20	400
14	16	256	42	19	361
15	14	196	43	14	196
16	20	400	44	18	324
17	17	289	45	18	324
18	19	361	46	17	289
19	18	324	47	16	256
20	16	256	48	17	289
21	17	289	49	17	289
22	17	289	50	18	324
23	16	256	51	8	64
24	17	289	52	13	169
25	17	289	53	18	324
26	17	289	54	18	324
27	14	196	55	18	324
28	13	169			
			รวม	924	15908

ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

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

$$\overline{X} = \frac{924}{55}$$

$$\overline{X} = 16.8$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบหลังการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{55(15908) - (924)^2}{55(55-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{874940 - 853776}{55(54)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{21164}{2970}}$$

$$s = \sqrt{7.13}$$

$$s = 2.67$$

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานคือ t-test for One Sample

$$t = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{N}}}, df = N - 1$$

$$t = \frac{16.8 - 14}{\frac{2.67}{\sqrt{55}}}$$

$$t = \frac{16.8 - 14}{\frac{2.67}{7.42}}$$

$$t = \frac{2.80}{0.36}$$

$$t = 7.78$$

(เปิดตารางจะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 เมื่อ df = 55 - 1 = 54 และจากการเทียบจะได้ค่า t = 2.397)

ภาคผนวก ข

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค 32202 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
เรื่อง กราฟ **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553** **เวลา 1 คาบ**

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 4.2

ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้

เขียนกราฟเมื่อกำหนดจุดยอด (Vertex) และเส้นเชื่อม (Edge) ให้

สาระสำคัญ (Concept)

กราฟ G ประกอบด้วยเซตจำกัด 2 เซต คือ

1. เซตที่ไม่เป็นเซตว่างของจุดยอด (vertex) แทนด้วยสัญลักษณ์ V(G)
2. เซตของเส้นเชื่อม (Edge) ที่เชื่อมระหว่างจุดยอด แทนด้วยสัญลักษณ์ E(G)

เส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges)

เส้นเชื่อมตั้งแต่ 2 เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกันเรียกว่า เส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges)

วงวน (Loop)

เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอดเพียงจุดเดียวเรียกว่า วงวน (Loop)

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. ระบุเซตของจุดยอด (Vertex) และเส้นเชื่อม (Edge) ของกราฟที่กำหนดให้ได้ (K1)
2. บอกได้ว่ากราฟที่กำหนดให้จำลองสถานการณ์เดียวกันหรือไม่ (K2)
3. หาเส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges) และวงวน (Loop) ได้ (K3)

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. กระบวนการแก้ปัญหา (P1)
2. การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ (P2)

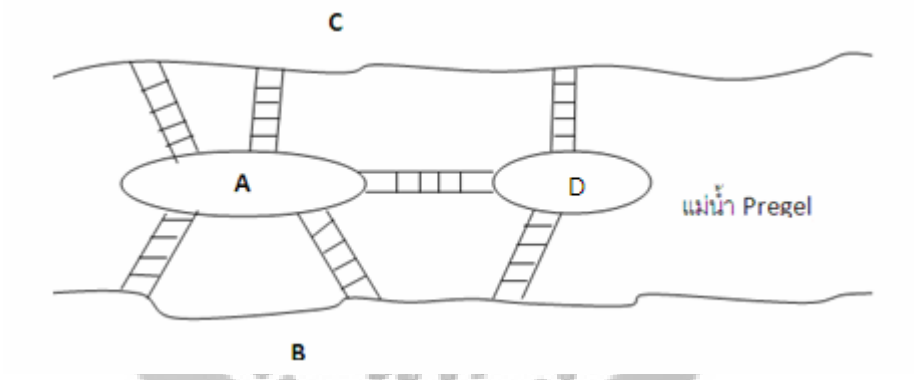
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้ (A1)
2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)

สาระการเรียนรู้

ประวัติความเป็นมาของ ทฤษฎีกราฟ

ทฤษฎีกราฟ เกิดขึ้นจากความพยายามในการตอบปัญหาต่างๆ ปัญหาหนึ่งที่รู้จักกันดี ก็คือ ปัญหาสะพานเคอนิกส์เบิร์ก "Königsberg Bridge Problem"
มีเกาะ 2 เกาะ อยู่กลางแม่น้ำพรีเกล (Pregel) ในเมืองคอนิกส์เบิร์ก และมี 7 สะพาน เชื่อมระหว่างเกาะกับแผ่นดิน ดังรูป



ชาวเมืองต่างพากันสงสัยว่าจะสามารถเดินข้ามสะพานทั้ง 7 สะพานแต่ละสะพานเพียงครั้งเดียว โดยไม่ซ้ำกันและกลับมาที่จุดเริ่มต้นใหม่ได้หรือไม่

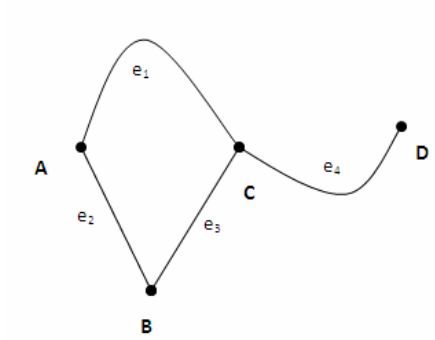
"กราฟ" ที่จะศึกษาในบทนี้ ไม่ได้หมายถึง กราฟของความสัมพันธ์ หรือกราฟของฟังก์ชัน ในที่นี้ "กราฟ" เป็นแผนภาพที่ประกอบด้วยจุดและเส้นเชื่อมระหว่างจุด

บทนิยาม

กราฟ G ประกอบด้วยเซตจำกัด 2 เซต คือ

1. เซตที่ไม่เป็นเซตว่างของจุดยอด (vertex) แทนด้วยสัญลักษณ์ V(G)
2. เซตของเส้นเชื่อม (edge) ที่เชื่อมระหว่างจุดยอด แทนด้วยสัญลักษณ์ E(G)

ตัวอย่าง 1 กำหนดกราฟ G ดังรูป จุดและเส้นเชื่อมระหว่างจุด

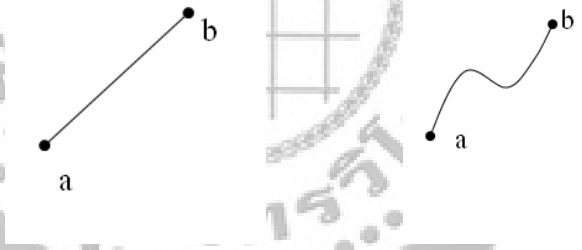


จากรูป กราฟ G ที่กำหนดให้ จะได้ว่า

$V(G) = \{A, B, C, D\}$

$E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$

ในการเขียนแผนภาพของกราฟนั้น จะกำหนดตำแหน่งของจุดยอด ณ ตำแหน่งใดก็ได้ และจะลากเส้นเชื่อมของกราฟเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งที่มีความยาวเป็นเท่าใดก็ได้ เช่น กำหนดเส้นเชื่อม ab ดังรูป 1 อาจเขียนเส้นเชื่อม ab เป็นเส้นโค้ง ดังรูป 2 ได้



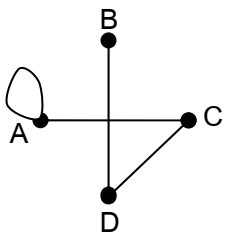
รูป 1 รูป2

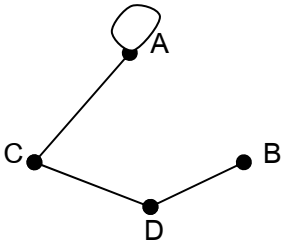
ตัวอย่างที่ 2 กำหนดกราฟ G เมื่อ

$V(G) = \{ A, B, C, D \}$

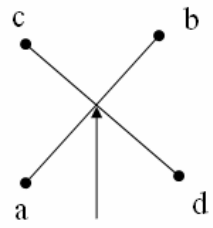
$E(G) = \{ AA, AC, BD, CD \}$

สามารถเขียนแผนภาพของกราฟ G ได้หลายแบบ เช่น





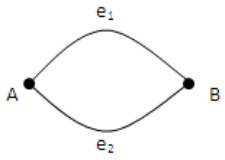
เส้นเชื่อมสองเส้นของกราฟ อาจลากตัดกันได้โดยที่จุดตัดของเส้นเชื่อมทั้งสองไม่ถือว่า เป็นจุดยอดของกราฟ



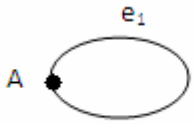
ไม่เป็นจุดยอดของกราฟ

บทนิยาม
เส้นเชื่อมตั้งแต่ 2 เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกันเรียกว่า เส้นเชื่อมขนาน (parallel edges)
เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอดเพียงจุดเดียวเรียกว่า วงวน (loop)

ตัวอย่างที่ 3



รูป 3



รูป4

จากรูป 3 เส้นเชื่อม e_1 และ e_2 เป็นเส้นเชื่อมขนาน
จากรูป เส้นเชื่อม e_1 เป็นวงวน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูแนะนำวิธีการใช้บทเรียนปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น แล้วศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้จากบทเรียนปฏิสัมพันธ์ (A1)

ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ให้นักเรียนเริ่มเข้าสู่บทเรียนโดยดับเบิ้ลคลิกที่โปรแกรม เมื่อเข้าสู่บทเรียนแล้วให้นักเรียนเลือกหัวข้อกราฟ

2. เริ่มเรียนจากโปรแกรมโดยให้นักเรียนศึกษาความเป็นมาของทฤษฎีกราฟ บทนิยามของกราฟ เส้นเชื่อมขนาน วงวน จากตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 ตามลำดับ (K1, K2, K3, A2)

3. เมื่อนักเรียนศึกษาตัวอย่างแล้วให้ทำแบบฝึกหัดเรื่องเซตจองจุดยอดและเซตอของเส้นเชื่อม (P1, A2)

4. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ขออาสาสมัครนักเรียนจำนวน 3 คน ออกมาสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ แล้วให้นักเรียนอภิปรายซักถาม พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนความรู้ (P2)

ขั้นสรุปผล

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปนิยามของกราฟ การเขียนแผนภาพของกราฟที่แสดงสถานการณ์เดียวกัน เส้นเชื่อมขนาน วงวน โดยใช้การถามตอบ (K1, K2, K3, P2)

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ภาระงาน/ชิ้นงาน

แบบฝึกหัด เรื่อง กราฟ (1)

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้	ตรวจจากแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ	- ตรวจจากการ ทำกิจกรรมในแบบฝึกหัด - สังเกตจากการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และการนำเสนอ	- แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหา - แบบประเมินทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ตรวจจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน - ตรวจจากการทำกิจกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

นักเรียนให้ความสนใจในการเรียนกับบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ และมีการให้ความร่วมมือในการออกมาสรุป ความรู้ที่ได้จากการศึกษาบทเรียนปฏิสัมพันธ์ การทำแบบฝึกหัดในคอมพิวเตอร์ นักเรียนบางคนใช้เวลาค่อนข้างนาน เนื่องจากปัญหาเกี่ยวกับการพิมพ์คำตอบ

ปัญหา/ อุปสรรค

1. นักเรียนบางคนยังไม่เข้าเข้าใจขั้นตอนในการเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของการทำแบบฝึกหัด
2. นักเรียนบางคนทำแบบฝึกหัดประจำเนื้อหาที่ครูแจกให้ไม่ทัน

ข้อเสนอแนะ

ครูควรให้คำแนะนำในการเรียนด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนอย่างชัดเจนอีกครั้งหนึ่ง หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาคำแนะนำในการใช้บทเรียน

ลงชื่อ .....

(นางสาวสินี ตันประเสริฐ)

แบบประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ผู้สอนบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เรียนแต่ละคนตามเกณฑ์ที่ระบุ โดยเขียนเลขระบุระดับคุณภาพ

2 คะแนน หมายถึง ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน

1 คะแนน หมายถึง ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน

0 คะแนน หมายถึง ทำไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

ชื่อ – สกุล	ประเด็นการประเมิน					รวมคะแนน 10 คะแนน
	แสดงความเข้าใจในปัญหา	วางแผนและลงมือปฏิบัติ	ใช้ความพยายามในการทำงาน	อธิบายวิธีการแก้ปัญหา	แสดงผลการทำงานได้อย่างชัดเจน	
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						

ลงชื่อผู้ประเมิน ..... ผู้สอน

แบบประเมินทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : ผู้สอนบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เรียนแต่ละคนตามเกณฑ์ที่ระบุ โดยเขียนเลขระบุระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง สามารถแสดงทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน บ่อยครั้ง

2 คะแนน หมายถึง สามารถแสดงทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน บางครั้ง

1 คะแนน หมายถึง สามารถแสดงทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน น้อยมาก

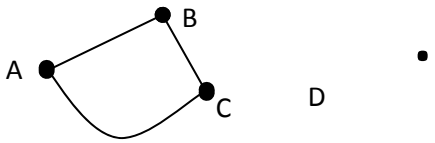
ชื่อ – สกุล	ประเด็นการประเมิน			รวมคะแนน 9 คะแนน
	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ	จัดระบบและเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	สื่อสารความคิดทางด้านคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				

ลงชื่อผู้ประเมิน ..... ผู้สอน

แบบฝึกหัดเรื่องกราฟ (1)

1. จงหา V(G) และ E(G) ของกราฟ G ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

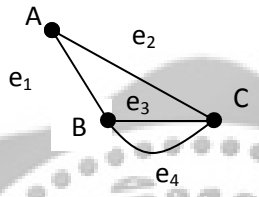
1)



.....

.....

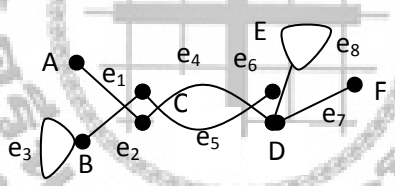
2)



.....

.....

2. จงระบุว่าเส้นเชื่อมใดเป็นเส้นเชื่อมขนานและเส้นเชื่อมใดเป็นวงวน

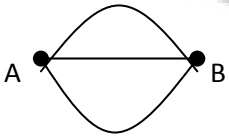


เส้นเชื่อม ..... เป็นเส้นเชื่อมขนาน

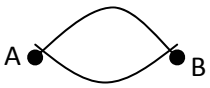
เส้นเชื่อม ..... เป็นวงวน

3. จงระบุว่ากราฟที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นกราฟที่จำลองสถานการณ์เดียวกันหรือไม่

3.1

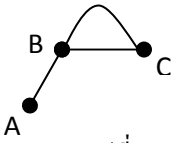


รูปที่ 1

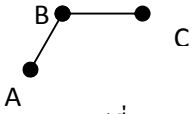


รูปที่ 2

3.2

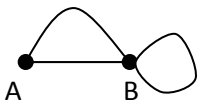


รูปที่ 1

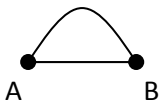


รูปที่ 2

3.3

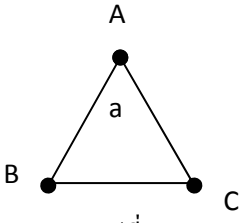


รูปที่ 1

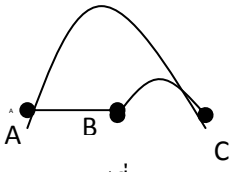


รูปที่ 2

3.4



รูปที่ 1

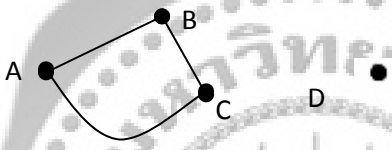


รูปที่ 2

เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องกราฟ (1)

1. จงหา V(G) และ E(G) ของกราฟ G ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

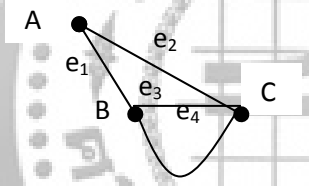
1.1



V(G) = {A, B, C, D}

E(G) = {AB, BC, AC}

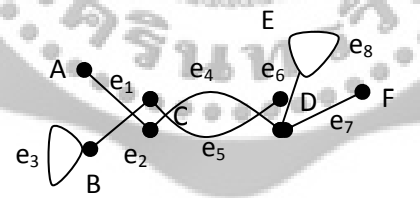
1.2



V(G) = {A, B, C}

E(G) = {e_1. e_2, e_3, e_4}

2. จงระบุว่าเส้นเชื่อมใดเป็นเส้นเชื่อมขนานและเส้นเชื่อมใดเป็นวงวน



เส้นเชื่อม e_4 และ e_5 เป็นเส้นเชื่อมขนาน

เส้นเชื่อม e_3 และ e_8 เป็นวงวน

3. ข้อ 1) ไม่เป็นกราฟที่จำลองสถานการณ์เดียวกัน เพราะ รูปที่ 1 มีเส้นเชื่อมจากจุดยอด A ไปยังจุดยอด B 3 เส้น แต่รูปที่ 2 มีเส้นเชื่อม 2 เส้น

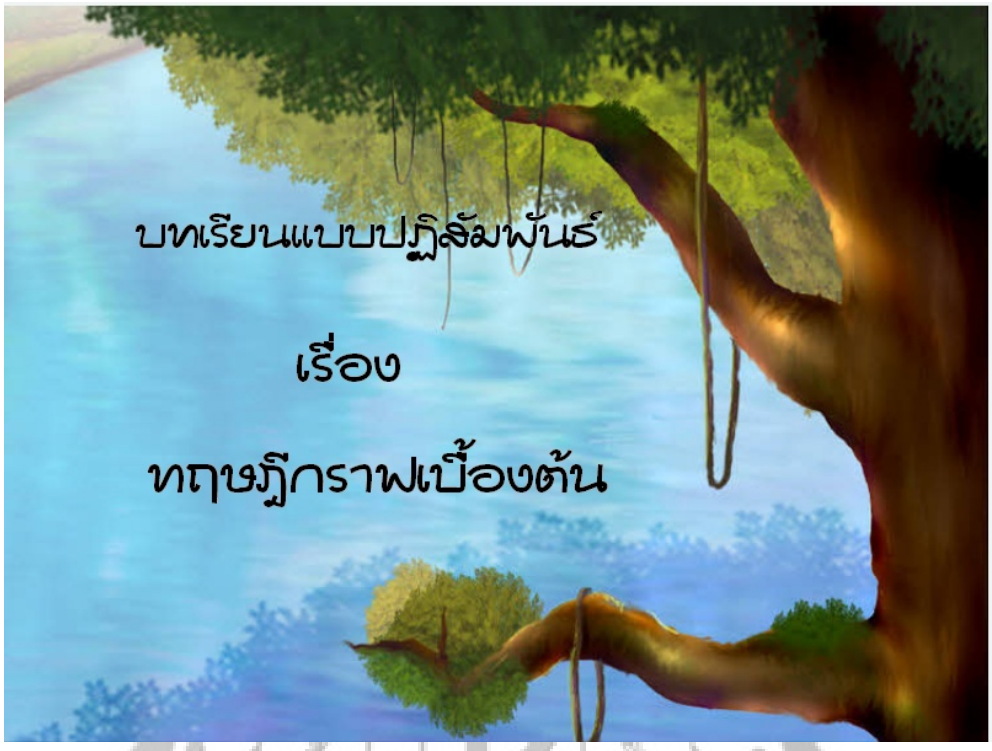
ข้อ 2) ไม่เป็นกราฟที่จำลองสถานการณ์เดียวกัน เพราะ รูปที่ 1 มีเส้นเชื่อมจากจุดยอด B ไปยังจุดยอด C 2 เส้น แต่รูปที่ 2 มีเส้นเชื่อม 1 เส้น

ข้อ 3) ไม่เป็นกราฟที่จำลองสถานการณ์เดียวกัน เพราะรูปที่ 1 มีวงวนที่จุด B แต่รูปที่ 2 ไม่มี

ข้อ 4) เป็นกราฟที่จำลองสถานการณ์เดียวกัน เพราะ มีเส้นเชื่อมจากจุด A ไปยังจุด B และจุด C และมีเส้นเ ชื่อมระหว่างจุด B และจุด C เหมือนกัน

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น


บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์
เรื่อง
ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

คำแนะนำในการใช้บทเรียน
บทเรียน เรื่องกราฟ
บทเรียนเรื่องดีกรีของจุดยอด
และแนวเดิน
บทเรียนเรื่องกราฟออยเลอร์
NEXT

กราฟ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุเซตของจุดยอด(vertex) และเซตของเส้นเชื่อม(edge) ของกราฟที่กำหนดให้ได้
2. บอกได้ว่ากราฟที่กำหนดให้จำลองสถานการณ์เดียวกันหรือไม่
3. เขียนกราฟจำลองสถานการณ์ปัญหา และตอบคำถามได้
4. หาเส้นเชื่อมขนาน (parallel edges) และวงวน (loop) ได้
5. หาจุดยอดประชิด (adjacent vertices) ในกราฟที่กำหนดให้ได้
6. หาเส้นเชื่อมที่เกิดกับ (incident) จุดยอดในกราฟที่กำหนดให้ได้

คาบที่ 1 | คาบที่ 2

HOME NEXT

ประวัติความเป็นมาของ ทฤษฎีกราฟ

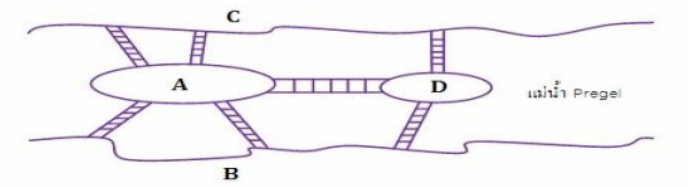
ทฤษฎีกราฟ

เกิดขึ้นจากความพยายามในการตอบปัญหาต่างๆ ปัญหาหนึ่งที่รู้จักกันดีก็คือ ปัญหาสะพานเคอนิกส์เบิร์ก "Königsberg Bridge Problem"

HOME NEXT

ปัญหาสะพานเคอนิกส์เบิร์ก

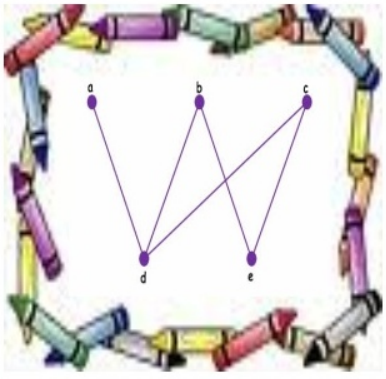
มีเกาะ 2 เกาะ อยู่กลางแม่น้ำพรีเกล (Pregel) ในเมืองคอนิกส์เบิร์ก และมี 7 สะพาน เชื่อมระหว่างเกาะกับแผ่นดิน ดังรูป



ชาวเมืองต่างพากันสงสัยว่าจะสามารถเดินข้ามสะพานทั้ง 7 สะพาน แต่ละสะพานเพียงครั้งเดียว โดยไม่ซ้ำกันและกลับมาที่จุดเริ่มต้นใหม่ได้หรือไม่

HOME NEXT

"กราฟ" ที่จะศึกษาในบทนี้ไม่ได้หมายถึงกราฟของความสัมพันธ์หรือกราฟของฟังก์ชัน ในที่นี้ "กราฟ" เป็นแผนภาพที่ประกอบด้วยจุดและเส้นเชื่อมระหว่างจุด



HOME NEXT

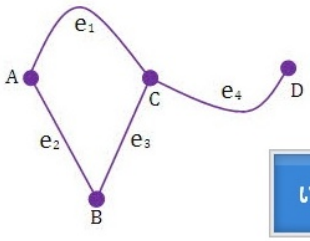
บทนิยาม

กราฟ G ประกอบด้วยเซตจำกัด 2 เซต คือ

1. เซตที่ไม่เป็นเซตว่างของจุดยอด (vertex) แทนด้วยสัญลักษณ์ V(G)
2. เซตของเส้นเชื่อม (edge) ที่เชื่อมระหว่างจุดยอดแทนด้วยสัญลักษณ์ E(G)

HOME NEXT

กำหนดกราฟ G ดังรูป



จากกราฟ G ที่กำหนดให้ จะได้ว่า

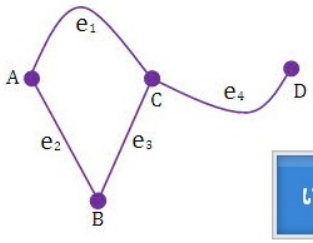
เซตของจุดยอด

เซตของเส้นเชื่อม

เส้นเชื่อม e แทนด้วยสัญลักษณ์ AB หรือ BA หมายถึงเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอด A และจุดยอด B

HOME NEXT

กำหนดกราฟ G ดังรูป



จากกราฟ G ที่กำหนดให้ จะได้ว่า

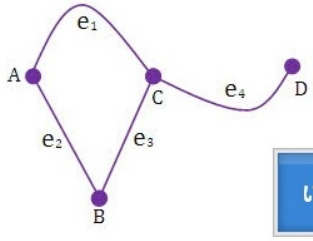
เซตของจุดยอด $V(G) = \{A, B, C, D\}$

เซตของเส้นเชื่อม

เส้นเชื่อม e แทนด้วยสัญลักษณ์ AB หรือ BA หมายถึงเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอด A และจุดยอด B

HOME NEXT

กำหนดกราฟ G ดังรูป



จากกราฟ G ที่กำหนดให้ จะได้ว่า

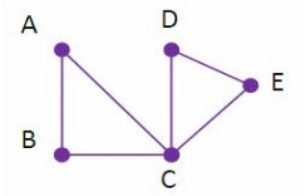
เซตของจุดยอด

เซตของเส้นเชื่อม $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$

เส้นเชื่อม e แทนด้วยสัญลักษณ์ AB หรือ BA หมายถึงเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอด A และจุดยอด B

HOME NEXT

ตัวอย่าง

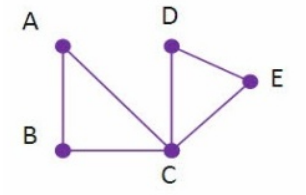


เซตของจุด

เซตของเส้น

HOME NEXT

ตัวอย่าง



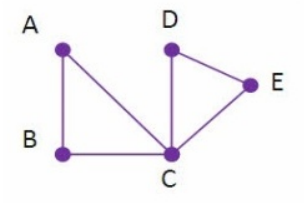
เซตของจุด

$V(G) = \{A, B, C, D, E\}$

เซตของเส้น

HOME NEXT

ตัวอย่าง



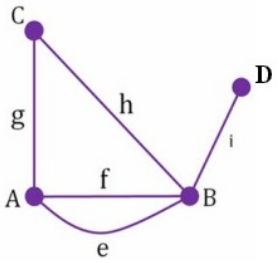
เซตของจุด

เซตของเส้น

E(G) = {AB, AC, BC, CD, CE, DE}

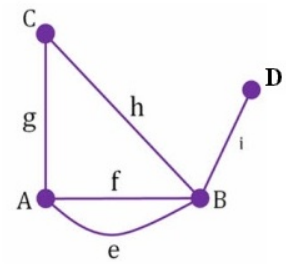
HOME NEXT

จงหา **V(G)** ของกราฟ **G** ที่กำหนด

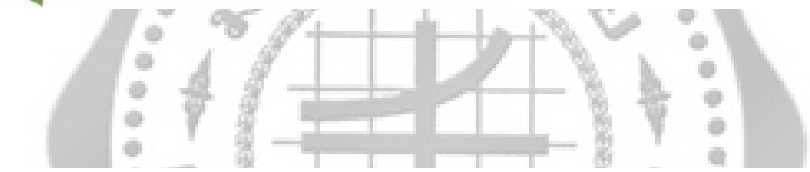


V(G) = submit

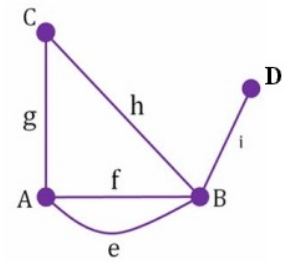
จงหา **V(G)** ของกราฟ **G** ที่กำหนด



V(G) = submit เฉลยของจุด

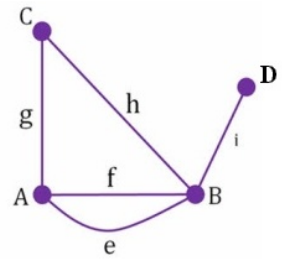


จงหา **V(G)** ของกราฟ **G** ที่กำหนด



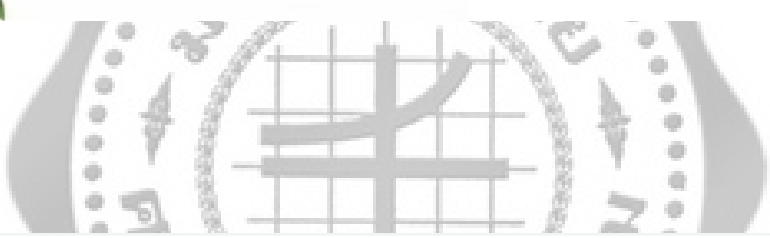
V(G) = {A,B,C,D} submit

จงหา V(G) ของกราฟ G ที่กำหนด

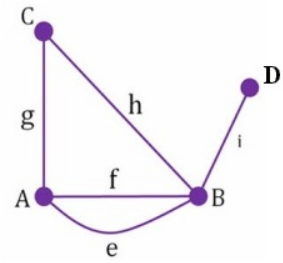


เก่งมาก

V(G) = {A,B,C,D} submit



จงหา V(G) ของกราฟ G ที่กำหนด



ลองใหม่อีกครั้ง

V(G) = {A} submit

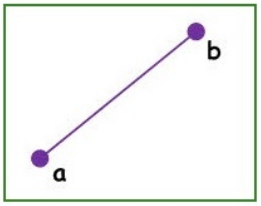
ในการเขียนแผนภาพของกราฟนั้น จะกำหนดตำแหน่งของจุดยอด ณ ตำแหน่งใดก็ได้ และจะลากเส้นเชื่อมของกราฟเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งที่มีความยาวเป็นเท่าใดก็ได้ เช่น กำหนดเส้นเชื่อม **ab** ดังรูป **1** อาจเขียนเส้นเชื่อม **ab** เป็นเส้นโค้ง ดังรูป **2** ได้

รูป 1

รูป 2

HOME NEXT

ในการเขียนแผนภาพของกราฟนั้น จะกำหนดตำแหน่งของจุดยอด ณ ตำแหน่งใดก็ได้ และจะลากเส้นเชื่อมของกราฟเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งที่มีความยาวเป็นเท่าใดก็ได้ เช่น กำหนดเส้นเชื่อม **ab** ดังรูป **1** อาจเขียนเส้นเชื่อม **ab** เป็นเส้นโค้ง ดังรูป **2** ได้

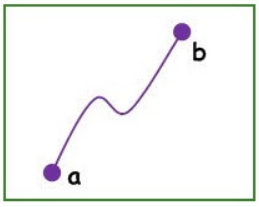


รูป 1

รูป 2

HOME NEXT

ในการเขียนแผนภาพของกราฟนั้น จะกำหนดตำแหน่งของจุดยอด ณ ตำแหน่งใดก็ได้ และจะลากเส้นเชื่อมของกราฟเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งที่มีความยาวเป็นเท่าใดก็ได้ เช่น กำหนดเส้นเชื่อม **ab** ดังรูป **1** อาจเขียนเส้นเชื่อม **ab** เป็นเส้นโค้ง ดังรูป **2** ได้



รูป 1

รูป 2

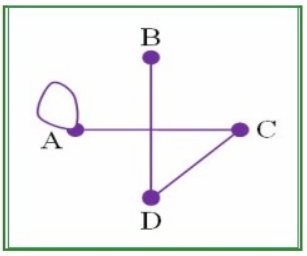
HOME NEXT

กำหนดกราฟ **G** เมื่อ **V(G) = { A, B, C, D }**
E(G) = { AA, AC, BD, CD }
สามารถเขียนแผนภาพของกราฟ **G** ได้หลายแบบ

หรือ

HOME NEXT

กำหนดกราฟ G เมื่อ V(G) = { A, B, C, D }
E(G) = { AA, AC, BD, CD }
สามารถเขียนแผนภาพของกราฟ G ได้หลายแบบ

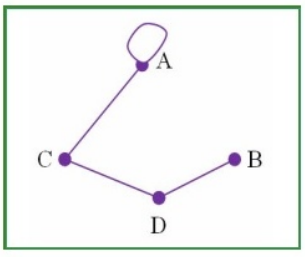


หรือ

HOME NEXT

กำหนดกราฟ G เมื่อ V(G) = { A, B, C, D }
E(G) = { AA, AC, BD, CD }
สามารถเขียนแผนภาพของกราฟ G ได้หลายแบบ

หรือ



HOME NEXT

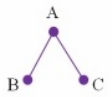
จงจับคู่แผนภาพของกราฟ G กับเซตของจุดยอด และเซตของเส้นเชื่อม

1. V(G) = { A , B , C }
   E(G) = { AB , BC }

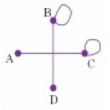
2. V(G) = { A , B , C , D }
   E(G) = { AA , BD , AC , DD }

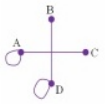
3. V(G) = { A , B , C }
   E(G) = { AC , AB }

4. V(G) = { A , B , C , D }
   E(G) = { BB , AC , CC , BC }

A) 

B)

C) 

D) 

Question 1 of 8 **Clear** **Back** **Skip** **Submit**

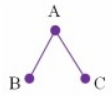
จงจับคู่แผนภาพของกราฟ G กับเซตของจุดยอด และเซตของเส้นเชื่อม

A) 1. V(G) = { A , B , C }
   E(G) = { AB , BC }

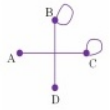
2. V(G) = { A , B , C , D }
   E(G) = { AA , BD , AC , DD }

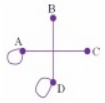
3. V(G) = { A , B , C }
   E(G) = { AC , AB }

4. V(G) = { A , B , C , D }
   E(G) = { BB , AC , CC , BC }

A) 

B)

C) 

D) 

Question 1 of 8 **Clear** **Back** **Skip** **Submit**

จงจับคู่แผนภาพของกราฟ G กับเซตของจุดยอด และเซตของเส้นเชื่อม

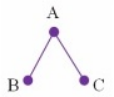
[A] 1. V(G) = { A , B , C }
E(G) = { AB , BC }

[ ] 2. V(G) = { A , B , C , D }
E(G) = { AA , BD , AC , DD }

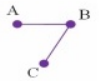
[ ] 3. V(G) = { A , B , C }
E(G) = { AC , AB }

[ ] 4. V(G) = { A , B , C , D }
E(G) = { BB , AC , CC , BC }

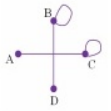
A)



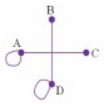
B)



C)



D)



Question 1 of 8

Clear | Back | Skip | Submit

จงจับคู่แผนภาพของกราฟ G กับเซตของจุดยอด และเซตของเส้นเชื่อม

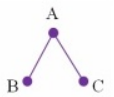
[B] 1. V(G) = { A , B , C }
E(G) = { AB , BC }

[D] 2. V(G) = { A , B , C , D }
E(G) = { AA , BD , AC , DD }

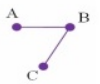
[A] 3. V(G) = { A , B , C }
E(G) = { AC , AB }

[C] 4. V(G) = { A , B , C , D }
E(G) = { BB , AC , CC , BC }

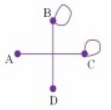
A)



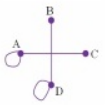
B)



C)



D)

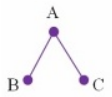
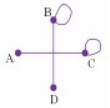
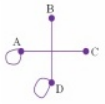


Question 1 of 8

Clear | Back | Skip | Submit

จงจับคู่แผนภาพของกราฟ G กับเซตของจุดยอด และเซตของเส้นเชื่อม

เก่งมาก

B	1. V(G) = { A , B , C } E(G) = { AB , BC }	A) 
D	2. V(G) = { A , B , C , D } E(G) = { AA , BD , AC , DD }	B)
A	3. V(G) = { A , B , C } E(G) = { AC , AB }	C) 
C	4. V(G) = { A , B , C , D } E(G) = { BB , AC , CC , BC }	D) 

Question 1 of 8

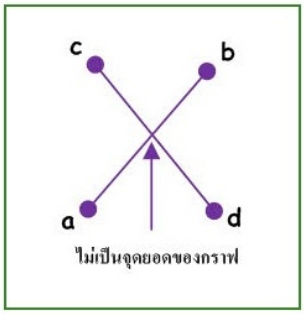
Clear | Back | Skip | Submit

เส้นเชื่อมสองเส้นของกราฟ อาจลากตัดกันได้โดยที่จุดตัดของเส้นเชื่อมทั้งสองไม่ถือว่าเป็นจุดยอดของกราฟ

ตัวอย่าง

HOME | NEXT

เส้นเชื่อมสองเส้นของกราฟ อาจลากตัดกันได้โดยที่จุดตัดของเส้นเชื่อมทั้งสองไม่ถือว่าเป็นจุดยอดของกราฟ



ตัวอย่าง

HOME NEXT

บทนิยาม

เส้นเชื่อมตั้งแต่ 2 เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกัน เรียกว่า เส้นเชื่อมขนาน **(parallel edges)**

เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอดเพียงจุดเดียว เรียกว่า วงวน **(loop)**

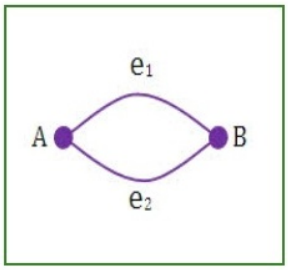
HOME NEXT

บทนิยาม

เส้นเชื่อมตั้งแต่ **2** เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกัน เรียกว่า

เส้นเชื่อมขนาน **(parallel edges)**

เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอดเพียงจุดเดียว เรียกว่า วงวน **(loop)**



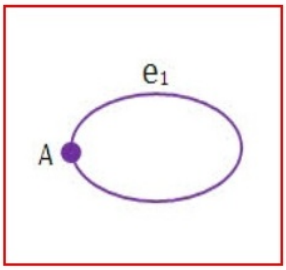
HOME NEXT

บทนิยาม

เส้นเชื่อมตั้งแต่ **2** เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกัน เรียกว่า

เส้นเชื่อมขนาน **(parallel edges)**

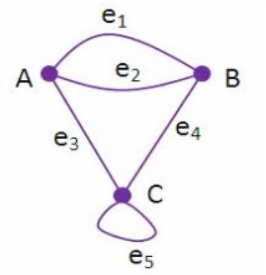
เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอดเพียงจุดเดียว เรียกว่า วงวน **(loop)**



HOME NEXT

ตัวอย่าง

กำหนดกราฟ ดังรูป

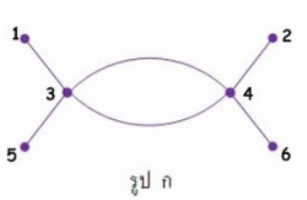


จากรูป

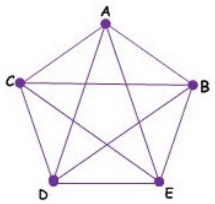
เส้นเชื่อม e_1 และ e_2 เป็นเส้นเชื่อมขนาน และ e_5 เป็นวงวน

HOME NEXT

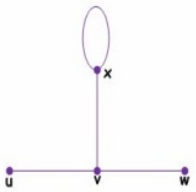
จงพิจารณาแต่ละกราฟต่อไปนี้



รูป ก



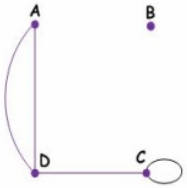
รูป ข



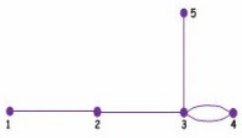
รูป ค

กราฟในรูปใดที่มีเส้นเชื่อมขนาน

submit

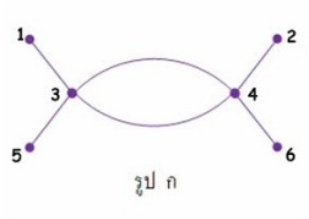


รูป ง

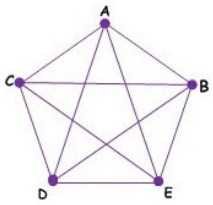


รูป จ

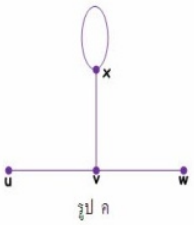
จงพิจารณาแต่ละกราฟต่อไปนี้



รูป ก



รูป ข



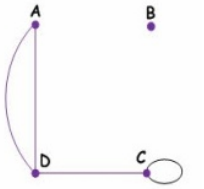
รูป ค

กราฟในรูปใดที่มีเส้นเชื่อมขนาน

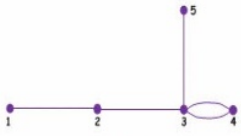
ก,ง

submit

ลองใหม่อีกครั้ง

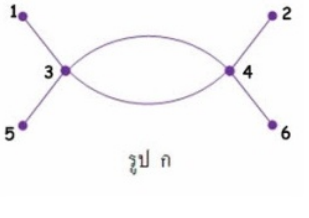


รูป ง

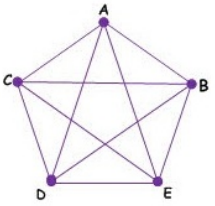


รูป จ

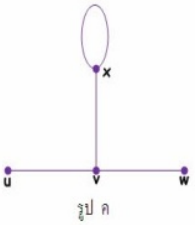
จงพิจารณาแต่ละกราฟต่อไปนี้



รูป ก



รูป ข

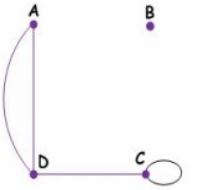


รูป ค

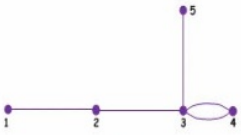
กราฟในรูปใดที่มีเส้นเชื่อมขนาน

ก,ง

submit

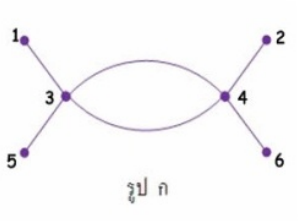


รูป ง

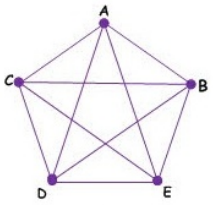


รูป จ

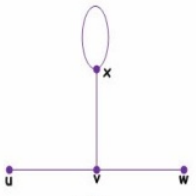
จงพิจารณาแต่ละกราฟต่อไปนี้



รูป ก



รูป ข



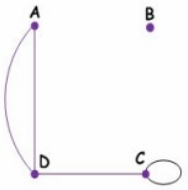
รูป ค

กราฟในรูปใดที่มีวงวน

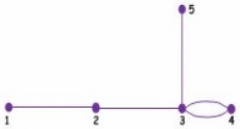
ค,ง

submit

เก่งมาก



รูป ง



รูป จ

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีทั้งหมด 20 ข้อ รวม 6 หน้า เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในแบบสดสอบแต่ละข้อ แล้วกา × ลงในกระดาษคำตอบ
3. ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 50 นาที

✍✍✍

3. ในงานลีลาศการกุศลแห่งหนึ่ง นายธงชัย นายปรีชา นายอนุกูล และนายบุญเลิศ ต้องการออกไปเต้นรำ โดยที่แต่ละคนต้องการคู่ที่ออกไปเต้นรำ ดังนี้

ธงชัย ต้องการเต้นรำกับ สุดา

ปรีชา ต้องการเต้นรำกับ สุดา วันเพ็ญ และดวงฤดี

อนุกูล ต้องการเต้นรำกับ กาญจนา และดวงฤดี

บุญเลิศ ต้องการเต้นรำกับ สุดา และวันเพ็ญ

ผู้ชายทั้งสี่คนสามารถออกไปเต้นรำกับคนที่ต้องการได้หรือไม่โดยที่แต่ละคนสามารถเต้นรำกับผู้หญิงเพียง 1 คน

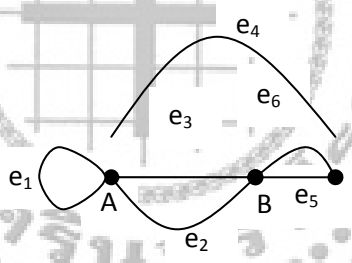
ก. ไม่สามารถเต้นรำกับคนที่ต้องการได้

ข. สามารถเต้นรำกับคนที่ต้องการได้ โดยที่ ธงชัยเต้นรำกับสุดา ปรีชาเต้นรำกับดวงฤดี อนุกูลเต้นรำกับกาญจนา และบุญเลิศเต้นรำกับวันเพ็ญ

ค. สามารถเต้นรำกับคนที่ต้องการได้ โดยที่ ธงชัยเต้นรำกับสุดา ปรีชาเต้นรำกับวันเพ็ญ อนุกูลเต้นรำกับดวงฤดีและบุญเลิศเต้นรำกับกาญจนา

ง. สามมารถเต้นรำกับคนที่ต้องการได้ โดยที่ ธงชัยเต้นรำกับสุดา ปรีชาเต้นรำกับกาญจนา อนุกูลเต้นรำกับดวงฤดี และบุญเลิศเต้นรำกับวันเพ็ญ

4. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

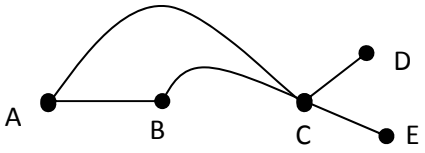
ก. เส้นเชื่อม e_1 เป็นวงวน(loop) เส้นเชื่อม e_2 และ e_4 เป็นเส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges)

ข. เส้นเชื่อม e_1 เป็นวงวน(loop) เส้นเชื่อม e_4 และ e_6 เป็นเส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges)

ค. เส้นเชื่อม e_1 เป็นวงวน(loop) เส้นเชื่อม e_2 และ e_3 เป็นเส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges)

ง. เส้นเชื่อม e_1 เป็นวงวน(loop) เส้นเชื่อม e_4 และ e_5 เป็นเส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges)

5. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

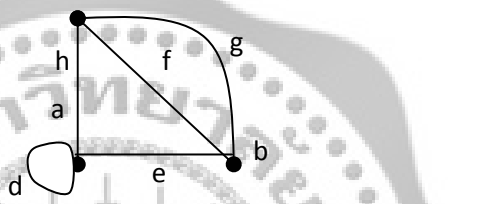
ก. จุดยอด A และจุดยอด D เป็นจุดยอดประชิด

ข. จุดยอด B และจุดยอด E เป็นจุดยอดประชิด

ค. จุดยอด E และจุดยอด D เป็นจุดยอดประชิด

ง. จุดยอด A และจุดยอด C เป็นจุดยอดประชิด

6. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

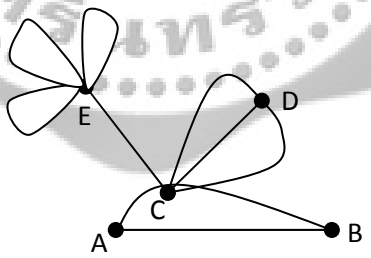
ก. เส้นเชื่อม g เกิดกับจุดยอด a

ข. เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด b คือ เส้นเชื่อม f และ g เท่านั้น

ค. เส้นเชื่อม d เกิดกับจุดยอด a

ง. เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด c คือ เส้นเชื่อม f และ h เท่านั้น

7. กำหนดกราฟ G ดังรูป

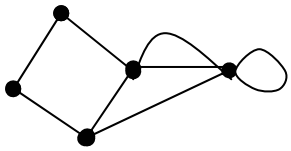


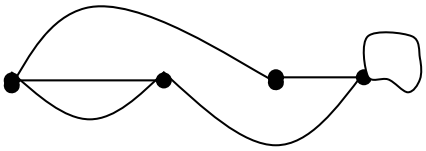
ผลรวมของดีกรีของทุกจุดยอดในกราฟเท่ากับข้อใด

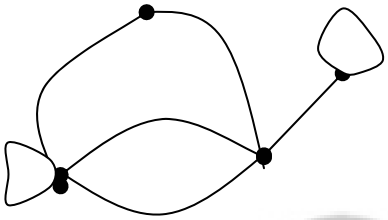
ก. 18 ข. 19

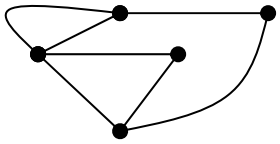
ค. 20 ง. 21

8. กราฟในข้อใดต่อไปนี้มีผลรวมของดีกรีของทุกจุดยอดเท่ากับ 16

ก. 

ข. 

ค. 

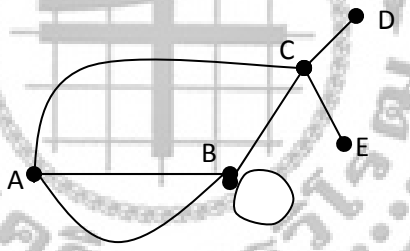
ง. 

9. จงหาจำนวนจุดยอดของกราฟที่มีเส้นเชื่อม 15 เส้น และมีจุดยอด 4 จุด ที่มีดีกรี 3 ส่วนจุดยอดที่เหลือมีดีกรี 2

ก. 9 ข. 13

ค. 14 ง. 22

10. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

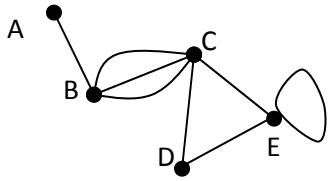
ก. จุดทุกจุดในกราฟ G เป็นจุดยอดคี่

ข. กราฟ G มีจุดยอด B และ จุดยอด C เป็นจุดยอดคู่

ค. กราฟ G มีจุดยอดคู่ 2 จุด และมีจุดยอดคี่ 3 จุด

ง. กราฟ G มีจุดยอดคู่เพียงจุดเดียวคือจุด C

11. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. กราฟ G มีจุดยอดคู่ 3 จุด และมีจุดยอดคี่ 2 จุด

ข. กราฟ G มีจุดยอด C และ จุดยอด E เป็นจุดยอดคู่

ค. กราฟ G มีจุดยอดคู่ 2 จุด และมีจุดยอดคี่ 3 จุด

ง. กราฟ G มีจุดยอดคี่เพียงจุดเดียวคือจุด A

12. มีคนกลุ่มหนึ่งจำนวน 9 คน เป็นไปได้หรือไม่ที่แต่ละคนจะจับมือกับคนอื่นเพียง 3 คนเท่านั้น

ก. เป็นไปได้ เพราะ สามารถให้คน 9 คน จับมือกับคนอื่นเพียงคนละ 3 ครั้ง

ข. เป็นไปได้ เพราะ จะจับมือกันได้ทั้งหมด 27 ครั้ง

ค. เป็นไปไม่ได้

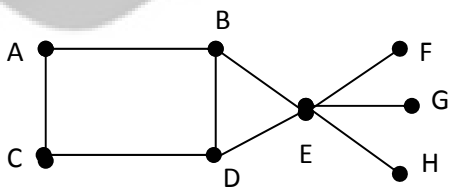
ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ

13. จงหาจำนวนจุดยอดของกราฟที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ของกราฟที่มีเส้นเชื่อม 35 เส้น และจุดยอดทุกจุดมีดีกรีอย่างน้อย 3

ก. 17 จุด ข. 18 จุด

ค. 22 จุด ง. 23 จุด

14. กำหนดกราฟ G ดังรูป

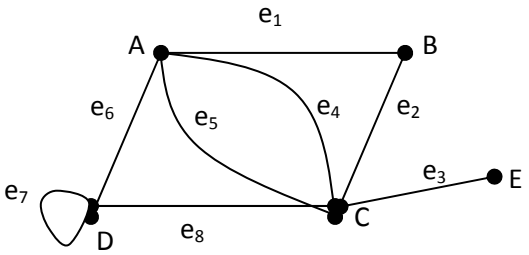


ข้อใดไม่ใช่แนวเดิน A – H

ก. A, B, E, G, E, H ข. A, C, D, A, B, E, H

ค. A, B, D, E, H ง. A, C, D, B, E, F, E, H

15. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ข้อใดเป็นแนวเดิน A – E

ก. A, e_5, C, e_2, B, e_1, A, e_4, C, e_3, E

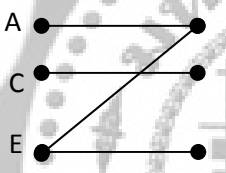
ข. A, e_6, D, e_2, C, e_3, E

ค. A, e_1, B, e_2, B, e_4, A, e_6, D, e_8, C, e_3, E

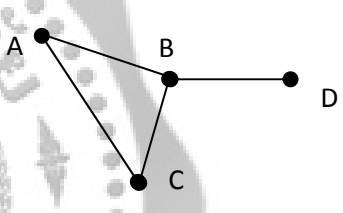
ง. A, e_1, B, e_4, C, e_3, E

16. กราฟในข้อใดต่อไปนี้ไม่เป็นกราฟเชื่อมโยง

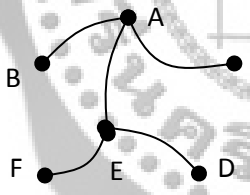
ก.



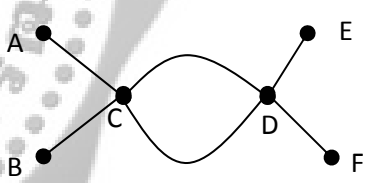
ข.



ค.

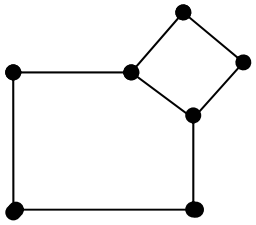


ง.

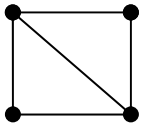


17. กราฟในข้อใดต่อไปนี้เป็นกราฟออยเลอร์

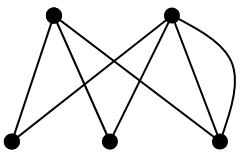
ก.



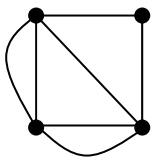
ข.



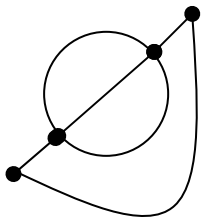
ค.



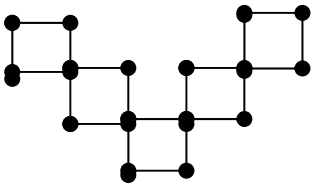
ง.



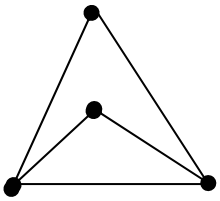
18. กราฟที่กำหนดให้ต่อไปนี้



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3

ข้อใดถูกต้อง

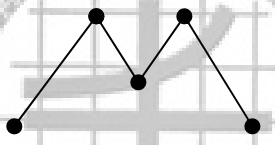
ก. รูปที่ 1 และรูปที่ 3 เป็นกราฟออยเลอร์

ข. รูปที่ 2 และรูปที่ 3 ไม่เป็นกราฟออยเลอร์

ค. รูปที่ 1 และรูปที่ 2 เป็นกราฟออยเลอร์

ง. ทั้งสามรูปเป็นกราฟออยเลอร์

19. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ต้องเพิ่มเส้นเชื่อมในกราฟ G เป็นจำนวนน้อยที่สุดกี่เส้นจึงทำให้กราฟ G เป็นกราฟออยเลอร์

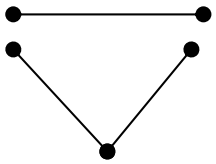
ก. ไม่ต้องเพิ่มเส้นเชื่อมเพราะว่าเป็นกราฟออยเลอร์แล้ว

ข. 1 เส้น

ค. 2 เส้น

ง. 3 เส้น

20. กำหนดกราฟ G ดังรูป



ต้องเพิ่มเส้นเชื่อมในกราฟ G เป็นจำนวนน้อยที่สุดกี่เส้นจึงทำให้กราฟ G เป็นกราฟออยเลอร์

ก. ไม่ต้องเพิ่มเส้นเชื่อมเพราะว่าเป็นกราฟออยเลอร์แล้ว

ข. 1 เส้น

ค. 2 เส้น

ง. 3 เส้น

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบปฏิสัมพันธ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีดังนี้

อาจารย์ ดร.วัชรพล พิมพ์เสริฐ	อาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.จรรยารักษ์ ทองสมพร	อาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
อาจารย์พิสมัย จันทร์ทัพ	อาจารย์ โรงเรียนมะเดื่อทอง อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
อาจารย์ศิริพร ฑิตะลำพูน	เจ้าหน้าที่โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ตำแหน่ง Assistant Head of Information Technology
อาจารย์พงศยา จันทรานุสนธิ์	เจ้าหน้าที่ GEC ตำแหน่ง Coordinator Project

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสินี ตันประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	10 พฤษภาคม 2527
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	30/2 หมู่ 2 ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอรุณวิทยา ตำบลแสงอรุณ อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก โรงเรียนประจวบวิทยาลัย
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนประจวบวิทยาลัย
พ.ศ. 2548	วท.บ. (คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2554	กศ.ม. สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ