การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์
ของ
วนิสา นิรมาณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
เมษายน 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ

ของ

วนิสา นิรมาณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
เมษายน 2545

h 14959

วนิสา นิรมาณ. (2545), *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ , รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ.

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนดังกล่าวข้างต้น

กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จากโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพ ฯ ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษอย่างละ 1 ห้องเรียนห้องละประมาณ 50 คน รวมจำนวน 100 คน โดยใช้การวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test Dependent

ผลการศึกษาพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.10/85.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" อยู่ในระดับมาก

5. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" อยู่ในระดับมาก

THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION BY DISCOVERY METHOD ON TRIGONOMETRIC FUNCTIONS AT MATHAYOMSUKSA IV

AN ABSTRACT

BY

VANISA NIRAMARN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

Master of Education degree in Secondary Education

at Srinakharinwirot University

April 2002

Vanisa Niramarn. (2002). *The Development of Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method on "Trigonometric Functions" at Mathayomsuksa IV* . Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee : Dr. Chaweewan Sawetamalya , Assoc. Prof. Dr. Chanvit Tiamboonprasert.

The purposes of this study were to develop and investigate the efficiency of the Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method on "Trigonometric Functions" at Mathayomsuksa IV Level , as of the Standardized criterion 80/80 , to study Mathematics achievement of Science- Mathematics program students and Mathematics-English program students before and after learning through the Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method , and to study Science- Mathematics program students' desirability and Mathematics-English program students' desirability toward the lesson as mentioned above.

The subjects of this study were 100 Mathayomsuksa IV students in the second semester of the academic year 2001 from Assumption College. There were 50 students from Science- Mathematics program and 50 students from Mathematics-English program. The one Group Pretest-posttest Design was used in this study. The t-test for dependent samples was used for data analysis.

The findings were as follows :

1. The efficiency of the Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method on "Trigonometric Functions" at Mathayomsuksa IV. was 85.10/85.67 , higher than the criterion.

2. The Mathematics achievement after learning through the Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method on "Trigonometric Functions" of Science-Mathematics program students was statistically higher than before learning at .01 level of significance.

3. The Mathematics achievement after learning through the Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method on "Trigonometric Functions" of Mathematics-English program students was statistically higher than before learning at .01 level of significance.

4. The science-Mathematics program students' desirability toward the Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method on "Trigonometric Functions" was high.

5. The Mathematics-English program students' desirability toward the Multimedia Computer Assisted Instruction by Discovery Method on "Trigonometric Functions" was high.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง
"ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ
นางวนิสา นิรมาณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่ ๒๐ เมษายน พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ กรรมการควมคุมปริญญานิพนธ์ ตลอดทั้งรองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ซึ่งได้สละเวลาอันมีค่าตรวจพิจารณางานวิจัย ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพยิ่ง มา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา แก้ไขเครื่องมือในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง อาจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน ศาสตรภัทร อาจารย์พัชรี เลิศวิจิตรศิลป์ และอาจารย์ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร

ขอขอบพระคุณภราดาสุรสิทธิ์ สุขชัย ผู้อำนวยการโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพ ฯ และเพื่อนครูในหมวดคณิตศาสตร์และนักเรียนโรงเรียนอัสสัมชัญ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี รวมทั้งหมวดคอมพิวเตอร์ที่คอยให้คำแนะนำและคอยอำนวยความสะดวกในทุก ๆ ด้าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

วนิสา นิรมาณ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	ประชากร	4
	กลุ่มตัวอย่าง	4
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา	4
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา	4
	ตัวแปรที่ศึกษา	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
	ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
	ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
	ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15
	ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	17
	ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	17
	การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	19
	จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	23
	ความหมายของมัลติมีเดีย	26
	องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	27
	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	30
	ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	32
	บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
	การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย	40
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	42
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบ	44
	ความหมายของสอนแบบค้นพบ	44

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)	ลักษณะและรูปแบบของการสอนแบบค้นพบ	46
	วิธีการดำเนินการสอนแบบค้นพบ	49
	ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบค้นพบ	51
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบ	52
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	60
	ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	60
	องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	63
	สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	63
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	65
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	66
	ความหมายของความพึงพอใจ	66
	ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ	67
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	68
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	70
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	70
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	70
	การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	71
	การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล	79
	การวิเคราะห์ข้อมูล	80
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	81
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	86
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
5	สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	93
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	93
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	93

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

5 (ต่อ) ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า 94
วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า 95
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 95
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า 96
ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า 99
ข้อเสนอแนะ 107

บรรณานุกรม 101

ภาคผนวก 112
ภาคผนวก ก 113
ภาคผนวก ข 136
ภาคผนวก ค 164
ภาคผนวก ง 203

ประวัติย่อผู้วิจัย 206

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest - Posttest Design 79

2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติดีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ในแต่ละชุด..... 87

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 88

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ 89

5. คะแนนเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"..... 90

6. ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"... 92

7. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"..... 114

8. คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 1 เรื่อง ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์..... 115

9. คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 2 เรื่อง ค่าฟังก์ชันไซน์และโคไซน์..... 117

10. คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 3 เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ119

11. คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม 121

12. คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 5 เรื่อง การอ่านค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง..... 123

13. คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 6 เรื่อง กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ 125

14. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิต" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 127

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

15. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 129

16. ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง (IOC) ค่าความแปรปรวน และค่าอำนาจจำแนก (t - test) ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน..... 131

17. ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ".... 134

18. ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ".... 135

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ภาพประกอบ 1 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอน	12
2	ภาพประกอบ 2 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนการฝึกหัด	13
3	ภาพประกอบ 3 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง	13
4	ภาพประกอบ 4 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนเกมเพื่อการสอน	14
5	ภาพประกอบ 5 หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป	25
6	ภาพประกอบ 6 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบเชิงเส้น	33
7	ภาพประกอบ 7 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบลำดับชั้น	33
8	ภาพประกอบ 8 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้น	33
9	ภาพประกอบ 9 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบประสม	34
10	ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนแบบอุปนัย และนิรนัยไปสู่การค้นพบ	50
11	ภาพประกอบ 11 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย	74

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ เป็นเครื่องมือที่นำความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม ตลอดจนเป็นพื้นฐานของการค้นคว้าวิจัยทุกประเภท เป็นที่ยอมรับกันว่า คณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ เพราะคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างเป็นระบบ มีเหตุผล แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้เป็น เครื่องมือในการเรียนรู้วิชาอื่นๆ ได้ด้วย (กองวิจัยทางการศึกษา. 2542 : 1) ซึ่งหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : 131)

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างคณิตศาสตร์ สามารถคิดอย่างมีเหตุผล และใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม
2. เพื่อให้มีทักษะในการคำนวณ และนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา
3. เพื่อให้ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. เพื่อให้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาที่ต้องใช้คณิตศาสตร์หรือในการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูง

จะเห็นว่าจุดประสงค์ดังกล่าวได้มุ่งเน้นให้นักเรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนด แต่จากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายวิชาคณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2540 พบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.65 และผลการประเมินระดับคุณภาพของนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน โดยมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 72.28 (กรมวิชาการ. 2542 : 16-17) จะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และยังพบว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนยังไม่เอื้ออำนวยต่อการที่จะพัฒนาคน เนื่องจากวิธีการเรียนการสอนยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าการเรียนรู้จากสภาพที่เป็นจริง และไม่เน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังไม่ได้นำเทคโนโลยีทันสมัยมาใช้ และขาดการพัฒนาสื่อในรูปแบบต่างๆ และบทเรียนสำเร็จรูปที่สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 67)

ในปัจจุบันแนวคิดในการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาจัดในการเรียนการสอนในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือ CAI เป็นสิ่งที่ได้รับการกล่าวถึงว่าเป็นนวัตกรรมการศึกษาที่กำลังมีบทบาทมาก เนื่องจากเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ(ทัศนีย์ ชื่นบาน. 2539 : 29) กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน

การทำแบบฝึกหัด และการวัดผล มีการโต้ตอบกันตลอดเวลาระหว่าง ผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์กัน คอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม และรับคำตอบจากผู้เรียน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามอัตราความเร็วของตนเอง จะเรียนที่ไหน เมื่อใดก็ได้ และสามารถทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันที คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้สอนสามารถจัดการสอน โดยเรียงลำดับความยากง่ายและจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนได้ตอบสนองทันที เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การศึกษาจากแบบฝึกหัดช่วยให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่มั่นคงยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนตลอดเวลา และยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกโอกาส (ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 8 ; ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 41-42 ; ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 206) นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถนำเสนอประสบการณ์ที่แปลกใหม่ โดยการใช้ภาพสี ภาพเคลื่อนไหวทำให้น่าดื่นเต้น เรียนรู้ง่ายตลอดจนการมีเสียงประกอบ เมื่อนำมารวมเข้าด้วยกันเป็นมัลติมีเดีย จึงเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและดึงดูดใจให้แก่นักเรียนให้อยากเรียนรู้ในกิจกรรมต่างๆ ถือเป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพอย่างยิ่ง (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2540 : 10)

เทคโนโลยีมัลติมีเดียหรือคอมพิวเตอร์สื่อผสมจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนในสาขาต่างๆ เพราะเป็นความหวังในอันที่จะพัฒนาคุณภาพของการศึกษาด้วยความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลอันเป็นประโยชน์จำนวนมาก ได้ทั้งภาพ เสียง และตัวหนังสือในเวลาเดียวกัน การนำเสนอความคิดใหม่ๆ ซึ่งยากต่อการนำเสนอด้วยอุปกรณ์เดิมๆ เช่น ชอล์กและกระดานดำ จะกลายเป็นเรื่องง่าย เมื่อนำภาพเคลื่อนไหวเข้ามาผสมผสาน เมื่อมองในแง่ของผู้เรียน สื่อในลักษณะนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่หาความรู้และกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้นกว่าเดิม (มธุรส จงชัยกิจ. 2539 : 45) โดยเฉพาะในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการหาความรู้ โดยพัฒนาผู้เรียนด้วยกระบวนการคิด ฝึกฝนจนเกิดการเรียนรู้ ค้นพบด้วยตนเองและสามารถและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ จึงเหมาะสมที่จะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง นับเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และยึดผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด เหมาะสำหรับเนื้อหาวิชาที่แน่นอนตายตัว (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2526 : 35) ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2542 : 18-21) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีศึกษา และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ที่ต้องนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสม

จากการศึกษาค้นคว้าและงานวิจัยที่เกี่ยวกับสื่อและเทคโนโลยีในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันเป็นสื่อการสอนที่มีศักยภาพสูงและเหมาะสมในการนำมาใช้ (Hall. 1982 : 362 ; สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 3 ; ภัทรกุล จริยวิทยานนท์ และอินทิรา ศรีวัฒนธรรมา. 2533 : 10-13) เพราะการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการฝึกนักเรียนให้คิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนจะโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์โดยปราศจากการลงโทษจากครู ทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Beck. 1979 : 3006-A) คอมพิวเตอร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตาม

ความสามารถของตนเอง สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว เร้าความสนใจโดยให้ทั้งภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สี แสง และเสียง สามารถทำให้นักเรียนโต้ตอบและทราบผลการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ไม่เบื่อหน่าย มีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (พิทักษ์ ศีลรัตนา. 2531 : 27-32) จากศักยภาพต่างๆ ของคอมพิวเตอร์นี้เอง จะช่วยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีคุณภาพได้มากขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเรื่องหนึ่งที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เนื่องจากการสอนเนื้อหาเป็นลักษณะเชิงบรรยาย เนื้อเรื่องส่วนใหญ่เป็นรูปภาพ ซึ่งผู้สอนต้องเสียเวลาในการสอนให้เป็นรูปธรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อจัดการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน และกระบวนการเรียนการสอนของคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยแบ่งเบาภาระของครูผู้สอน และช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนสื่อและบุคลากรได้ในระดับหนึ่ง และเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วนสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องอื่นๆ ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนกับหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ระหว่างก่อนกับหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ที่มีประสิทธิภาพไว้ใช้ในการเรียนการสอน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เป็นแนวทางในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ จำนวน 9 ห้องเรียน แบ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 5 ห้องเรียน จำนวน 250 คน และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ 4 ห้องเรียน จำนวน 200 คน

ซึ่งโรงเรียนนี้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 40 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องมีหน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 8 เมกะไบต์ จอภาพสี (Color VGA/EGA หรือ Super VGA monitor) 256 สี มีโปรแกรมไมโครซอฟท์วินโดวส์ 95 ขึ้นไป

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพ ฯ โดยการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) จากการจับสลากนักเรียน 1 ห้องเรียนจากแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 5 ห้องเรียน และจับสลากอีก 1 ห้องเรียน จากแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งผลการเรียนไม่แตกต่างกันเนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยคละความสามารถของนักเรียน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ใช้เวลาในการสอน 20 คาบ โดยสอนสัปดาห์ละ 5 คาบ ๆ ละ 50 นาที

5. ตัวแปรที่ศึกษา

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ หลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

4. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังการใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

5. ความพึงพอใจของของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยกำหนดศัพท์ในการวิจัย ดังนี้

1. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction)** หมายถึง บทเรียนโปรแกรมสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือ ในการเรียนการสอน การทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ โดยผ่านโปรแกรมมัลติมีเดีย Authorware Version 5.0 ผู้เรียนแต่ละคนจะนั่งอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์เรียนตามโปรแกรมที่จัดเตรียมไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้ตอบ กับบทเรียนที่นำเสนอและสามารถแสดงผลย้อนกลับทันทีไม่ว่าผู้เรียนจะตอบถูกหรือผิด รวมทั้งแสดงผลการเรียนของผู้เรียน พร้อมคำแนะนำในการเรียนอยู่อย่างสม่ำเสมอ

2. **มัลติมีเดีย(Multimedia)** หมายถึง การผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก ตัวเลข ภาพศิลป์ เสียง ภาพเคลื่อนไหว เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรม รวมถึงดูสื่อต่างๆ ด้วยตัวเองได้

3. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย(Multimedia Computer Assisted instruction)** หมายถึง บทเรียนที่ประกอบด้วย ตัวอักษร สัญลักษณ์ เสียง และการโต้ตอบ ซึ่งนำเสนออย่างมีสีสัน ชวนอ่าน ในรูปการเคลื่อนไหวของสัญลักษณ์ ตัวอักษร และภาพการ์ตูน รวมทั้งเสียงบรรยายประกอบหรือเพลงบรรเลงที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " และในบทเรียนมีคำอธิบาย คำถาม ตัวอย่าง แบบฝึกหัด และแบบทดสอบตลอดโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Authorware Professional Version 5.0 เป็นเครื่องมือในการสร้างบทเรียน

4. การค้นพบ(Discovery) หมายถึง การสอนที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและการแนะนำของครู เป็นวิธีการที่ให้ผู้เรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำได้โดยการสนทนาปัญหาต่างๆ ในกลุ่มย่อย เพื่อหาทางแก้ปัญหาที่เป็นประเด็นอยู่ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปมโนมติหรือความคิดรวบยอดได้ (สุมิตร คุณานุกร. 2523 : 141 ; พรรณี ช. เจนจิต. 2538 : 386-387)

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 หมายถึง การสอนที่ผู้สอนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น โดยยึดการสอนที่มีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมและความสนใจที่จะเรียน ผู้สอนเริ่มด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น สนทนา ทบทวนความรู้เดิม อภิปรายหรือซักถามเนื้อหาที่ศึกษาไปแล้วและปัญหาที่เกิดจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเป็นการสร้างสถานการณ์เร้าความสนใจให้กับผู้เรียน ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

5.2 ขั้นแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้สอนแจ้งให้นักเรียนทราบ ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

5.3 ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

5.3.1 ผู้เรียนเรียนกับคอมพิวเตอร์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " 1 คน ต่อ 1 เครื่อง และปฏิบัติตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยมีเนื้อหาพร้อมทั้งตัวอย่างแบบต่างๆ ให้นักเรียนศึกษาโดยการสังเกต เปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์และทำนาย โดยใช้ประสบการณ์เดิมเพื่อหาข้อสรุปอันเป็นข้อเท็จจริง มโนมติ นิยาม หรือ หลักการ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย แล้วให้นักเรียนจดบันทึกในส่วนที่ผู้เรียนต้องการ ใช้เวลาประมาณ 25 นาที

5.3.2 เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนในหัวข้อ 5.3.1 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการการค้นพบแล้ว จะมีแบบฝึกให้นักเรียนร่วมกันคิดและปรึกษาหารือกัน เพื่อตรวจสอบดูว่านักเรียนสามารถค้นพบได้หรือไม่ ถ้านักเรียนตอบผิด ก็จะมีคำแนะนำให้นักเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และมีบางส่วนให้นักเรียนนำกลับไปทำที่บ้านโดยส่งในคาบเรียนถัดไปเพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะมากขึ้น ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

5.3.3 ขั้นสรุปให้นักเรียนช่วยอภิปรายสรุปเนื้อหาด้วยกันหรือความคิดรวบยอดที่ได้เรียนในแต่ละคาบ ในใบงาน ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจและค้นหาคำตอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วย และมีการทำแบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียในแต่ละคาบ เพื่อประเมินผลว่านักเรียนเกิดการค้นพบจริงหรือไม่

5.3.4 ขั้นการวัดการประเมินผล วัดจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัดและทำแบบทดสอบ

6. นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนสายสามัญระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกโปรแกรมการเรียนที่เน้นหนักทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

7. นักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ หมายถึง หมายถึง นักเรียนสายสามัญระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกโปรแกรมการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานเท่านั้น

8. ประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่นักเรียนได้เรียนแล้วทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยใช้เกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมิเดียแต่ละชุด คิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมิเดียในแต่ละชุดของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 80

9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวัดพฤติกรรมด้านความรู้ และความคิด (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่วิลสัน(Wilson. 1971 : 643 - 696) ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำในด้านคำนวณ (Computation) หมายถึง ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์และนิยาม ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ หลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นแบบหนึ่ง การคิดตามแบบเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหวังว่าจะนำมาใช้แก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เรื่องการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน เป็นปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด หรือตัวอย่าง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์โดยการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ความสามารถในการพิสูจน์ โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ซึ่งอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

10. ความพึงพอใจของผู้เรียนในการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" หมายถึง การแสดงออกของผู้เรียนถึงความรู้สึกชอบ หรือ ไม่ชอบในการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ซึ่งความรู้สึกนี้ส่งผลต่อความพร้อมและความเอาใจใส่ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความตั้งใจ และความกระตือรือร้น ซึ่งวัดจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 สเกล คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 เป็นมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุดตามลำดับ และนำเสนอน้ำหนักความคิดเห็นโดยเฉลี่ยด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินระดับความคิดเห็นโดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าความคิดเห็นของประคอง กรรณสูต(2538 : 77)

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
4. ความพึงพอใจของแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หลังการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อยู่ในระดับมาก
5. ความพึงพอใจของแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ หลังการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อยู่ในระดับมาก

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้รวบรวมมาเรียบเรียงไว้ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.3 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.4 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.5 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.6 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.7 จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.8 ความหมายของมัลติมีเดีย
   - 1.9 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
   - 1.10 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
   - 1.11 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
   - 1.12 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.13 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
   - 1.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบ
   - 2.1 ความหมายของการสอนแบบค้นพบ
   - 2.2 ลักษณะและรูปแบบของการสอนแบบค้นพบ
   - 2.3 วิธีการดำเนินการสอนแบบค้นพบ
   - 2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบค้นพบ
   - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถ ในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหลายชื่อ เช่น ซีเอไอ (CAI : Computer Assisted Instruction หรือ Computer Aided Instruction หรือ Computer Augmented Instruction) ซีเอแอล(CAL : Computer Assisted Learning) ซีบีอี (CBE : Computer Based Education) ได้มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543 : 65) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิถีทางของการสอนรายบุคคลโดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ ที่มีความสัมพันธ์กันมีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วย บทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องช่วยสอนอย่างหนึ่งที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นผู้ที่จะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งมาทางจอภาพ ผู้เรียนจะตอบทางแป้นพิมพ์ แสดงออกมาทางจอภาพ มีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือหรือบางทีอาจใช้ร่วมกันกับอุปกรณ์อื่นด้วย เช่น สไลด์ เทปวีดิทัศน์ เป็นต้น

บูรณะ สมชัย (2542 : 14) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยครูสอน ทำหน้าที่เป็นสื่อการเรียนการสอนเหมือนแผ่นใส (Transparent) สไลด์ (Slide) หรือวีดิทัศน์ (Video) ที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายในเวลาอันจำกัด และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้น ๆ ผู้เรียนสามารถนำไปทบทวนเนื้อหา และสามารถศึกษาด้วยตนเอง

กิดานันท์ มลิทอง (2539 : 94) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การเรียน โดยสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านการศึกษาก็ได้เพื่อการเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การสอน การฝึกหัด สถานการณ์จำลอง เกม การค้นพบ และการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เป็นการที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับโปรแกรมที่เสนอบทเรียน โดยผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาซึ่งเป็นสิ่งเร้า แล้วมีการตอบสนอง โปรแกรมจะประเมินการตอบสนองของผู้เรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการเสริมแรง แล้วให้ผู้เรียนเลือกเรียนสิ่งเร้าลำดับต่อไปจนจบบทเรียน

ประวิทย์ สุดแก้ว (2538 : 112) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมที่บรรจุด้วยเนื้อหาของความรู้ ในลักษณะภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว และแบบจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสามารถเลือกชนิดของเนื้อหา และกำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละบทเรียน

ทักษิณา สวนานนท์ (2535 : 51) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึงการสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือหน่วยการเรียนซึ่งอาจจะต้องมีภาคแบบฝึกหัด บททบทวน และ

คำถาม คำตอบไว้พร้อม ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง หรือเรียนได้เป็นรายบุคคล การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนี้ ถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอนแต่ไม่ใช่เป็นผู้สอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 93) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาความรู้บนจอหรือมอนิเตอร์(monitor) จัดเป็นสื่อแบบปฏิสัมพันธ์เรียนด้วยตนเอง

สเปนเซอร์ (Spencer. 1992 : 70) ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียน ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

ซิปปิล (Sippl. 1991 : 87) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน โดยนำมาประยุกต์ในการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนที่จัดไว้ ซึ่งสามารถบอกข้อบกพร่องของผู้เรียนเมื่อทำผิดพลาดได้

พรีนิส (Prenis. 1977 : 20) ได้ให้ความหมายว่า เป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอนในขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับการตอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้แก่นักเรียนได้

ซินน์ (Zinn. 1976 : 268) ได้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่นักเรียนและบางทีก็ช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

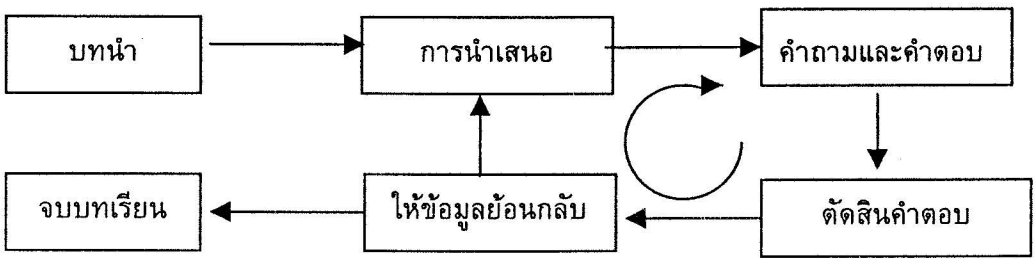
จากความหมายข้างต้น พอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เครื่องมือที่เป็นสื่อเข้ามาช่วยครูในการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด เกม แบบทดสอบ และสถานการณ์จำลอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลักในการจัดการบทเรียน มีลำดับวิธีการสอนรวมทั้งข้อมูลย้อนกลับที่ทราบผลการเรียนได้ในทันที และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในวงการศึกษาปัจจุบันมีหลายรูปแบบตามความเหมาะสมของเนื้อหาและผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน การแบ่งแยกลักษณะประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักการศึกษา นักวิชาการ ได้จัดแบ่งประเภทลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้ (Stolurow. 1976 : 394 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 245-248 ; ถนอมพร ตันพิพัฒน์. 2539 : 4-5 ; ทัศนีย์ ชื่นบาน. 2539 : 29-30 ; สุลัดดา ลอยฟ้า. 2537 : 20-25 ; สุวิทย์ ไวทยกุล. 2536 : 34-36 ; ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535 : 65-69 ; ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 216-220)

1. การสอน (Tutorial Instruction)

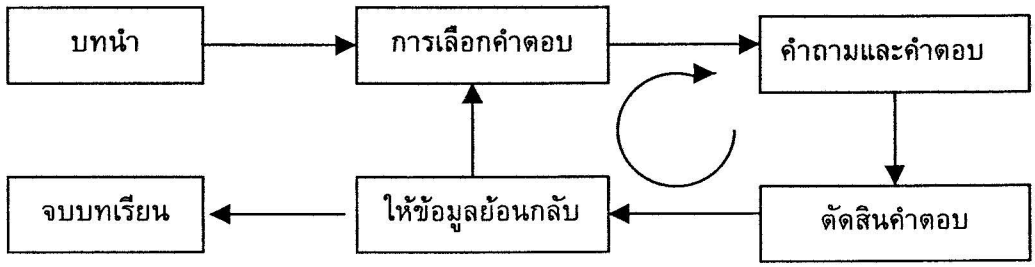
บทเรียนในการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบร่วมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูกแล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ในทุกสาขานับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ



ภาพประกอบ 1 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอน
(กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 245)

2. การฝึกหัด (Drill and Practice)

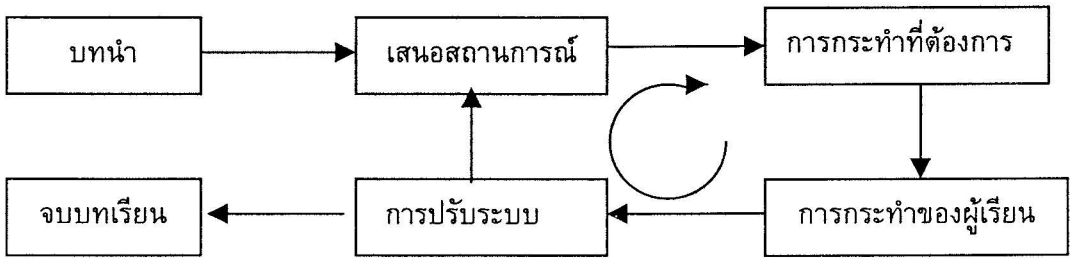
บทเรียนในการฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนแต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมา โดยเฉพาะการนำคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบ ยืนยันหรือแก้ไขและพร้อมกับให้คำถาม หรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ผู้เรียน จึงจำเป็นต้องคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้วจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้สามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น



ภาพประกอบ 2 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนการฝึกหัด
(กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 246)

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation)

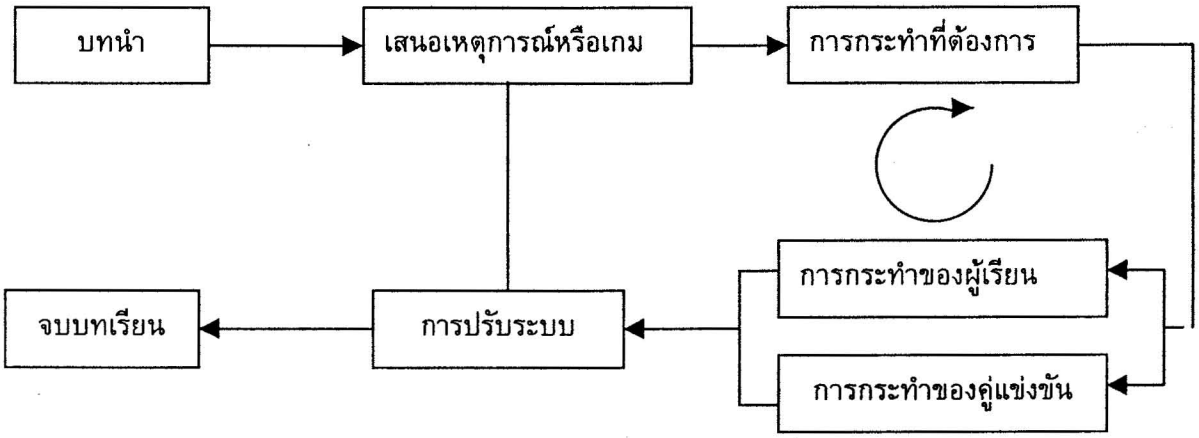
การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง อาจจะประกอบด้วยการนำเสนอความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่ว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆ ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ ในโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองนี้ จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่โปรแกรมสาธิต (Demonstration) โปรแกรมนี้มิใช่เป็นการสอนเหมือนกับโปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่โปรแกรมการสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น



ภาพประกอบ 3 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง
(กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 247)

4. เกมเพื่อการสอน (Instruction Games)

การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมการสอนเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผนของระบบ กระบวนทัศนคติ ตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอย หรือฝันกลางวันซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันจึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรแกรมเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย



ภาพประกอบ 4 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนเกมเพื่อการสอน
(กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 247)

5. การค้นพบ (Discovery)

การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem – Solving)

เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิดการตัดสินใจโดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามกฎเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเองและโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว เพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหาถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยให้ผู้เรียนบรรลุทักษะของการแก้ปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่ผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณ ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านี้เอง เช่น ในการหาพื้นที่ของที่ดินแปลงหนึ่งปัญหามิได้อยู่ที่ว่าผู้เรียนจะคำนวณหาพื้นที่ได้เท่าไร แต่ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดการหาพื้นที่ได้อย่างไรเสียก่อน

7. บทสนทนา (Dialogue)

เป็นการเรียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียง ก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพแล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง

8. การสาธิต (Demonstration)

การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่าเพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดทั้งสีและแสงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์

9. การทดสอบ (Tests)

เป็นโปรแกรมที่ใช้ทดสอบนักเรียนโดยตรง หลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติแล้ว โดยสร้างข้อสอบที่ต้องการทดสอบไว้ล่วงหน้าในแผ่นโปรแกรม เมื่อถึงเวลาสอบก็แจกโปรแกรมที่บรรจุข้อสอบให้นักเรียนทำข้อสอบโดยป้อนคำตอบลงทางแป้นพิมพ์ ช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกเป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆเกี่ยวกับการสอบ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแผนเก่า ๆ ของปรนัย หรือคำถามจากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน คอมพิวเตอร์จะรับคำตอบและทำการบันทึกประมวลผลตรวจให้คะแนน และแสดงให้ผู้เรียนทราบทันทีที่สอบเสร็จ

10. การไต่ถาม (Inquiry)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้ในการค้นหา ข้อเท็จจริงความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ที่สามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือหมายเลขของผู้เรียนนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูลนั้นซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

11. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination)

คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียน และองค์ประกอบ หรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโปรแกรมหนึ่งอาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (tutoring) เกม(game) การไต่ถาม (inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (problem solving) ก็เป็นได้

1.3 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในด้านการเรียนการสอน ปรากฏว่าเป็นที่ยอมรับกันในวงการศึกษาและนักวิชาการ ทำให้นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ (นงนุช วรรธนวหะ. 2539 : 56 ; สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. 2538 : 27-29 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 198 ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9 ; วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531 : 192-193 ; นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2531 : 27-28 ; ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 215 ; สุพร ชัยเดชสุริยะ. 2529 : 28 ; อำพล สงวนศิริธรรม. 2528 : 38 ; วีระ ไทยพานิช. 2527 : 11)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสิ่งแปลกใหม่ สามารถกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนได้ดี เนื่องจากสามารถทำเสียง สี รูปภาพ หรือกราฟ ตลอดจนมีเกมคอมพิวเตอร์

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะเรียนช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับพื้นฐานและความสามารถของผู้เรียน

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการย้อนกลับ(Feedback)ทันที เสริมแรงให้แก่ผู้เรียนได้รวดเร็ว

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนมโนมติและทักษะชั้นสูง ซึ่งยากแก่การสอนโดยครูหรือจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ง่ายขึ้นและดีขึ้นกว่าการเรียนรู้จากครู

5. นักเรียนมีโอกาสเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีก กี่ครั้งก็ได้ตามความต้องการ

6. การได้เจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ช่วยทำให้ผู้เรียนพอใจมากและผู้เรียนยังสามารถควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนตอบคำถามด้วยตนเอง ไม่สามารถดูคำตอบล่วงหน้าได้ ทำให้ป้องกันความไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเองได้

8. ฝึกฝนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาได้

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บข้อมูล เรื่องราว บทเรียนต่างๆ ข้อความ ภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหวได้มากมาย เป็นการประหยัดพื้นที่ เมื่อผู้เรียนต้องการเรียนในเรื่องใดบทใดก็สามารถเรียกมาใช้ได้

10. ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยตนเองที่อาจประสบความสำเร็จ หรืออาจล้มเหลวก็ได้โดยไม่รู้สึกอับอายใคร

11. นักเรียนที่เรียนรู้โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถที่จะเรียนรู้ได้มากกว่าในห้องเรียน นอกจากนี้สามารถจะจดจำได้นาน

12. ช่วยพัฒนารูปแบบทางการเรียนการสอน โดยนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาในวงการศึกษา ช่วยให้งานด้านการศึกษาทัดเทียมกับงานในสาขาอื่นๆ

13. ช่วยขยายขีดความสามารถของครูในการควบคุมผู้เรียน เนื่องจากความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลและความสะดวกในการนำข้อมูลออกมาใช้ จึงช่วยให้ครูสามารถควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนหลายประการดังนี้ (Hall. 1982 : 362) คือ ช่วยลดชั่วโมงการสอน ทำให้ครูมีเวลาในการปรับปรุงการสอน และพัฒนาความสามารถมากยิ่งขึ้น ช่วยลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับนักเรียน ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ เป็นการสอนที่มีระบบแบบแผน

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ทั้งต่อตัวผู้เรียนและผู้สอน แต่ทั้งนี้ต้องเข้าใจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเพียงสื่อที่ใช้ช่วยครูสอนเท่านั้น มิใช่สอนแทนครู และยังช่วยให้ครูมีเวลาสำหรับการให้คำปรึกษากับนักเรียนมากขึ้น และบทเรียนจะมีประโยชน์ตรงตามวัตถุประสงค์ มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ก็จะต้องมีกระบวนการออกแบบและสร้างบทเรียนเป็นขั้นๆ

ตั้งแต่ การวิเคราะห์เนื้อหา การออกแบบบทเรียน การสร้างบทเรียน การทดลองใช้ การประเมินผลบทเรียน โดยแต่ละขั้นจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ตั้งแต่ด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ด้านการสอน ด้านสื่อและวัสดุการสอน ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คอยให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยในการออกแบบสร้างบทเรียนนั้นๆ

1.4 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นศาสตร์ที่กำลังพัฒนา และเป็นวิชาการที่ทำให้ดีและสมจริงสมจังได้เหมือนครูจริงๆ ได้ยาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงได้รับการพัฒนามาเป็นเครื่องช่วยสอน ไม่สามารถทดแทนครูจริงๆ ได้ ปัญหาและอุปสรรคก็มีหลายด้าน ดังต่อไปนี้ (อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530 : 8-9 ; วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531: 193 ; ฉลอง ทับศรี. 2538 : 20-21 ; ถนอมพร ตันพิพัฒน์. 2539 : 8)

1. แม้คอมพิวเตอร์จะมีราคาลดลงเรื่อยๆ แต่ก็ค่อนข้างสูงในการนำมาใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะประโยชน์ที่จะได้รับ และก็ยังมีปัญหาในเรื่องการบำรุงและแก้ไขเมื่อเกิดขัดข้องขึ้น
2. มีความยากลำบากในการตรวจสอบเนื้อเรื่องภายใน
3. การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้ การอ่าน การฟัง และการดูมากถ้าเทียบกับการสอนด้วยครู และไม่สามารถเสนอประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียนได้ด้วยตัวมันเอง
4. การพัฒนาบทเรียนต้องใช้ผู้มีความสามารถสูงกว่าการพัฒนาสื่อการสอนประเภทอื่น เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นสื่อการสอนที่มีเนื้อหามีกิจกรรมอยู่ภายในมากมาย
5. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เวลานานมากกว่าการพัฒนาสื่อชนิดอื่นๆ
6. ผู้ที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องรู้จักและใช้คอมพิวเตอร์เป็นเสียก่อน จึงจะเรียนกับคอมพิวเตอร์ได้ผลดี
7. การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบ
8. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนนับเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งจากคอมพิวเตอร์
9. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะผู้ใหญ่อาจไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอนดังที่ ปรากฏในบทเรียนคอมพิวเตอร์ทั่วไป

1.5 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง ที่นำเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรมของสกินเนอร์ และเครื่องช่วยสอนของเพรสซี่ (Pressey) มาผสมผสานกัน โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ทำให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถบอกข้อบกพร่องของบทเรียนโปรแกรมได้ เช่น ความเร็วในการเสนอเนื้อหา

การซ่อนคำตอบ การเสริมแรงเป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเรียนที่เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ (บุญเกื้อ ควรหา เวช. 2543 : 69-71)

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียนบอกวิธีการเรียนและบอกวัตถุประสงค์ของการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อจบบทเรียนเขาจะทำอะไรได้บ้าง ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ เพื่อเร้าความสนใจให้ผู้เรียน มุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเขาเอง

2. ขั้นเสนอเนื้อหา เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในหัวข้อใดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบๆ โดยอาจจะเสนอในรูปของตัวอักษร ภาพ เสียงต่างๆ ตลอดจนกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว เพื่อเร้าความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีสันการโยงไปมาระหว่างกรอบต่างๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาทีละประเด็นโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก

3. ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากการเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อเรื่องที่ผ่านมาเพียงใด ก็จะมีการทบทวนโดยการให้ทำแบบฝึกหัด และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือให้

4. ขั้นตรวจคำตอบ เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจออกมาในรูปของข้อความ กราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง เช่น คำชมเชย เสียงดนตรีหรือภาพกราฟิก ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกใบ้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้ตอบใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งหมุนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้นๆ

5. ขั้นปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียนโดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่สร้างเก็บไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรก หรือแอบไปรู้คำตอบนั้นมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของตนเองว่าผ่านเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่แรกหรือไม่ และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลาที่ใช้ไปในการเรียนหน่วยนั้นๆ เป็นต้น

สรุปได้ว่า ลักษณะการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นักเรียนจะมานั่งหน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ และเริ่มติดต่อเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้รหัสผ่านคอมพิวเตอร์ จะส่งข้อความ ปรากฏบนจอภาพว่านักเรียนคนนั้นมีสิทธิ์จะเรียนหรือไม่ ต่อไปจะเลือกวิชาอะไร โดยจะตรวจดูว่านักเรียนได้เรียนไปถึงไหนแล้ว จากนั้นจะสอนต่อไปโดยวิธีการเสนอบทเรียน ถามปัญหา เมื่อนักเรียนตอบแล้วคอมพิวเตอร์ก็จะตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์จะเตือนและเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา นอกจากนี้คอมพิวเตอร์จะสามารถทดสอบและเก็บคะแนนการทดสอบของ

นักเรียนได้ และสามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนใช้เวลาเรียนเท่าใด และคอมพิวเตอร์มีวิธีการเสนอคำถามต่างๆ กัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถลอกแบบกันได้

1.6 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โจเนสเซนต์ และฮันนัม (Jonassen and Hannum. 1987 : 7-14) ได้กล่าวว่า การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขบวนการทางวิทยาศาสตร์ และศิลปะ การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นใช้วิธีการจัดระบบ (Systems Approach) นักออกแบบที่ได้รับความสำเร็จนั้นต้องใช้ประสบการณ์และความนึกคิดของตนเองเท่ากับที่ต้องอาศัยวิธีการจัดระบบ ทั้งนี้เพราะเรายังไม่เข้าใจแน่ชัดเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือการใช้คอมพิวเตอร์ได้โดยตรง แต่มีขบวนการที่เป็นสื่อ เช่น ภาษา หรือ Authoring System ซึ่งต้องนำมาพิจารณาด้วย

องค์ประกอบ 4 ประการของการเรียนรู้และเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผลงานวิจัยและหลักการเรียนรู้ นำมาเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ คือ (1) การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (2) การตอบสนองของนักเรียน (3) ข้อมูลย้อนกลับ และ (4) การควบคุมบทเรียน

1. การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (Design of the Stimulus) นักเรียนสามารถเห็นข้อมูล (Information) ได้บนจอภาพ โดยหลักการแล้วจะไม่นำหลักการรับรู้มาใช้มาก แต่เน้นวิธีการแสดงข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำได้ ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

1.1 คำสั่งของแต่ละกิจกรรมต้องชัดเจน

1.2 จัดเตรียมตัวอย่างของคำสั่งนั้นให้สมบูรณ์

1.3 เรียนบทเรียนโดยบรรยายเนื้อหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

1.4 ใช้แผนภูมิหรือ Outline เพื่อแสดงให้เห็นว่าเนื้อหานั้น มีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาอย่างไร

1.5 บรรยายข้อมูลในรูปของการเปรียบเทียบโดยคำนึงถึงผู้เรียน

1.6 เตรียมการอุปมาอุปมัย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาซึ่งนักเรียนพอที่จะรู้

1.7 คำถามในบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

1.8 ถามคำถามก่อนเรียนบทเรียน ระหว่างเรียนบทเรียนแต่ละตอนและหลังเรียนบทเรียน

1.9 ใช้คำถามที่จับใจผู้ฟัง

1.10 กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม

1.11 เริ่มบทเรียนโดยการใช้ Pre-Test

1.12 ไม่อนุญาตให้ผู้เรียนกลับไปดูคำบรรยายเพื่อดูคำตอบแต่ควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับ

1.13 เมื่อสิ้นสุดในส่วนของการบรรยาย ให้ผู้เรียนเลือกการทบทวนเนื้อหาก่อนตอบคำถาม

1.14 อาจใช้สี การขีดเส้นใต้ ระบายสี ตีกรอบ ใช้ลูกศร การเคลื่อนไหวเป็นจุดรวมความสนใจของผู้เรียน

1.15 ในการเสนอเนื้อหาตัวอักษรจะต้องไม่กระพริบ

1.16 ควรใช้วิธีการเน้นเนื้อหาได้ไม่เกิน 3 อย่างใน 1 บทเรียนและใช้ในจุดมุ่งหมายเดียวกัน

1.17 ควรอธิบายการใช้ Highlight และสิ่งที่ผู้เรียนควรทำในตอนต้นของบทเรียน

1.18 ควรออกแบบให้สามารถปรับระดับความยากง่ายได้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน

1.19 การจัดระบบเนื้อหาจะต้องเป็นไปอย่างเหมาะสมกับโครงสร้าง เช่น การอธิบายการเปรียบเทียบ

1.20 ใช้คำถามที่สอดคล้องกับความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ และสิ่งที่สนใจ

2. การตอบสนองของนักเรียน การเรียนหลายอย่าง สิ่งที่แสดงถึงคุณภาพของการเรียน คือ การรู้จักพื้นฐานของสิ่งที่เรียน การฝึกหัดเพิ่มเติมและข้อมูลย้อนกลับ ในการตอบสนองของผู้เรียนนั้น ผู้เรียนต้องมีความรู้ในคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ควบคุมบทเรียนอยู่ รวมทั้งต้องมีความรู้เกี่ยวกับคำสั่งพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ด้วย สิ่งที่สำคัญที่สุดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ กลไกการป้อนข้อมูล ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

2.1 ไม่จำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนตอบสนองแบบเปิดเผย

2.2 ศิลปะในการถามคำถามหรือคำสั่งในการทบทวนเพื่อกระตุ้นให้มีการตอบสนองโดยไม่ต้องเปิดเผย

2.3 ให้ผู้เรียนประเมินตนเองถึงระดับความเข้าใจในเนื้อหา

2.4 ถ้าต้องการประเมินผล หรือให้ข้อมูลย้อนกลับก็จะต้องมีการตอบสนองโดยเปิดเผย

2.5 จัดเตรียมการตอบสนองซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการคิดที่กล่าวไว้ในวัตถุประสงค์

2.6 จัดกระบวนการคิดที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหากับความรู้เดิมของผู้เรียน

2.7 ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่สมบูรณ์ ซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความคิดรวบยอดของบทเรียน

2.8 นอกจากการประเมินโดยคอมพิวเตอร์ เราอาจจะให้มีการประเมินผลโดยเพื่อนนักเรียนด้วยกันหรือครูหรือประเมินโดยใช้สมุดแบบฝึกหัด

2.9 การแสดงข้อมูลต้องสามารถระลึกโดยใช้ภาพหรือเรื่องราว

2.10 ต้องให้ผู้เรียนบอกหรือชี้ในส่วนที่ขาดหายไป

2.11 อนุญาตให้ผู้เรียนเลือกเนื้อหาได้เอง

2.12 ใช้การกดแป้นเดียวในการตอบกับนักเรียนในชั้นเล็กๆ

2.13 ไม่ควรใช้แป้นพิมพ์เดียวในการตอบสำหรับการเรียนที่ต้องใช้ความคิดในระดับสูง

2.14 ควรใช้วัตถุประสงค์ที่ต้องการทดสอบด้านความจำหรือการระลึกได้

2.15 สำหรับการเรียนในระดับสูงให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบเอง แต่ต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถรับคำตอบซึ่งบางครั้งอาจมีการสะกดผิด และคำตอบที่ไม่คาดคิดมาก่อน

2.16 สำหรับผู้เรียนในระดับต่ำอาจจะออกแบบเป็น Template

3. ข้อมูลย้อนกลับ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมือนกับสื่อการสอนในรูปอื่น คือมีขบวนการสื่อสารข้อมูล มีข้อมูลย้อนกลับ ข้อมูลย้อนกลับแต่ละอย่างที่ผู้เรียนได้รับ แล้วแต่ชนิดของคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน และอีกส่วนหนึ่งที่จะต้องพิจารณาด้วยก็คือ เวลาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งต้องให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบคำถามหรือทำกิจกรรม โดยมีหลักการดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้ผลตอบสนองโดยคำถามให้ข้อมูลย้อนกลับจากคำตอบของผู้เรียน

3.2 ข้อมูลย้อนกลับ ต้องสัมพันธ์กับการตอบสนองของผู้เรียน

3.3 พยายามหลีกเลี่ยงข้อมูลย้อนกลับ ชนิดถูก/ผิด เพราะข้อมูลย้อนกลับแบบนี้เป็นเพียงการยืนยันคำตอบ

3.4 เมื่อผู้เรียนตอบถูก ควรจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อจะได้ทราบว่าคำตอบถูกเพราะอะไร และให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อผู้เรียนตอบผิดว่าคำตอบนั้นผิดเพราะอะไรทำไมจึงผิดและคำตอบที่ถูกคืออะไร

3.5 เมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิดควรที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามเดิมอีกครั้ง แต่ถ้าผู้เรียนยังตอบผิดอีก ก็จะบอกคำตอบที่ถูกและอธิบายว่าทำไมจึงถูก

3.6 ผู้เรียนที่มีระดับการเรียนต่างกัน ควรจัดเตรียมข้อมูลย้อนกลับที่ต่างกันด้วย

3.7 ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ข้อมูลย้อนกลับต้องเป็นแบบที่มีการอธิบายเพิ่มเติม และถ้าตอบผิดควรให้คะแนนหรือคำชมเชย ในบางส่วนที่ถูกต้อง

3.8 การให้ข้อมูลย้อนกลับ ต้องให้ทันทีทันใดหลังจากการตอบสนองของผู้เรียนในการเรียนเนื้อหาใหม่ๆ

3.9 การให้ข้อมูลย้อนกลับตอนไหนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ถ้าการเรียนในระดับต่ำ เช่น ระดับความจำ ควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับทุกครั้ง ถ้าเป็นการเรียนระดับสูงหรือระดับที่เป็นนามธรรม ควรใช้ตอนท้ายของบทเรียน

3.10 คำที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไม่ควรให้ซ้ำๆ กันเหมือนๆ กัน หรือให้เป็นแบบแผนตายตัว แต่ควรจะเปลี่ยนให้แตกต่างออกไป

3.11 หลีกเลี่ยงการใช้คำว่าดีมาก ยอดเยี่ยมในข้อมูลย้อนกลับ

3.12 ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นการสร้างเสริมคือ มีทั้งข้อมูลและความน่าสนใจมากกว่าข้อเสนอแนะหรือติชมอย่างง่ายๆ

4. การควบคุมบทเรียน มีหลักการดังต่อไปนี้

4.1 ควรมีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คะแนนสูงสามารถเลือกวิธีการเรียนและระดับความยากง่ายของบทเรียนได้ แต่ถ้านักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนต่ำ ควรจะให้เรียนไปตามลำดับขั้นตอนของบทเรียน

4.2 ควรให้คำแนะนำกับผู้เรียนที่เกี่ยวกับตัวเลือก ในการควบคุมบทเรียน

4.3 ควรจัดความยากง่ายของคำถาม ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยการเรียงคำถามที่ง่ายไปหาคำถามที่ยาก และควรคำนึงถึงชนิดเนื้อหา และความสัมพันธ์ของเนื้อหาด้วย

4.4 ควรที่จะมีตัวอย่างของคำถามและคำตอบ และไม่สมควรอย่างยิ่งที่จะให้ผู้เรียนข้ามกรอบของตัวอย่าง

ท 149572 ร3

4.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกจำนวนคำถามตามความต้องการได้ และหลังจากตอบคำถามแบบฝึกหัดในแต่ละข้อแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดข้อต่อไป หรือเลือกที่จะเรียนเรื่องต่อไป

4.6 นักเรียนสามารถเลิกหรือเริ่มบทเรียนได้ทุกขณะ เช่น ในขณะที่กำลังทำแบบฝึกหัดข้อต่อไป สามารถหยุด และกลับไปยังบทเรียนได้

4.7 หลังจากที่ผู้เรียนเรียนจบบทเรียนนั้นแล้ว ควรแสดงคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วย

นอกจากนี้ สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 77-88) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutorial) โดยเน้นการผสมผสานของกราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ (Gagne ') ดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) ทำได้โดยใช้ ภาพ แสง สี หรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง ในการสร้างไตเติ้ล (title) ควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิก ภาพควรค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) ในขั้นนี้นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา แล้วยังบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงด้วยว่าควรใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจ โดยทั่วไปไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้างต่อเมนู (Menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อโดยใช้กราฟิกง่ายๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน การทบทวนไม่จำเป็นทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present New Information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กะทัดรัด ง่าย และได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานานไป เข้าใจยาก หรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟิกในลักษณะต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบช่วย เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้นำ (cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้น่าอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลายๆ แบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียนบางครั้ง ควรให้ตัวอย่าง

ที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหายากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรมซึ่งย่อมทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบซ้ำๆ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (frame) เดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มากถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่น โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและผลย้อนกลับเพื่อบอกว่า ผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับ ควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่ายๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตาเพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้ผู้เรียนสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาควรเฉลยเมื่อผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากจุดหมาย และควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

8. ทดสอบ (Assess Performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกันและขึ้นต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบและต้องคำนึงถึงความแม่นตรงและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าพิมพ์ผิด วรรคผิด ใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษ เป็นต้น

9. การนำความรู้ไปใช้ (Promote Retention And Transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง การสอน 9 ขั้นตอนของกาเย่ ได้นำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง

1.7 จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและการทดสอบ ถูกพัฒนาขึ้นมาในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเน้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เพราะการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลนั้นมุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่างตามความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความถนัด หรือนำเอาทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ให้

ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ตามวิถีทางของเขาเอง และใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่งๆ แตกต่างกันไป (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 159 -160) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมานั้น จึงต้องสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์เลย หรือมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์น้อยได้ ดังนั้นการพัฒนาต้องเน้นในเรื่องการใช้ง่าย ต้องลองผิดลองถูกได้ ดังนั้นหลักการของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกแนวคิด มุ่งให้ใช้คอมพิวเตอร์ในฐานะสื่อการเรียนการสอน ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตของระบบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพสูงสุด โดยทรัพยากรน้อยที่สุด โดยต้องสามารถสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2531 : 24-26) ดังนี้

ก. ระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นตอนๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน (Gradual approximation) โดยคำนึงถึงหลักการทางพฤติกรรมศาสตร์ตามทฤษฎีที่ว่า " ถ้าเราแบ่งเนื้อหาวิชาที่ต้องการถ่ายทอดให้ผู้เรียนเป็นตอนๆ ทีละน้อยและเหมาะกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับความรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมากๆ " ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บและเรียกข้อมูล เนื้อหาวิชาทีละตอนได้สะดวกและรวดเร็วมาก

ข. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง (Active participation) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ตอบสนองอย่างชัดเจน

ค. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีหลังปฏิบัติสำเร็จ (Immediate feedback) หมายถึง การเฉลยคำตอบหรือปฏิบัติการที่ถูกต้องหลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมนั้นสำเร็จทันที ซึ่งหลักเกณฑ์ข้อนี้เป็นจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ที่ดีกว่าสื่ออื่นๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ที่ผู้เรียนสามารถแอบดูเฉลยคำตอบ หรือเฉลยกิจกรรมก่อนการลงมือตอบหรือปฏิบัติกิจกรรม แต่คอมพิวเตอร์สามารถซ่อนคำตอบไว้จนกว่าผู้เรียนจะปฏิบัติกิจกรรมสำเร็จจึงจะให้การตอบสนองผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ทราบผลว่าถูกหรือผิดภายในเสี้ยววินาที

ง. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successive experience) คือ การดำเนินการจัดการ การชักนำเข้าสู่กิจกรรมที่ถูกต้อง (Leading of the prompt) ตามหลักเกณฑ์ข้างต้นที่ผ่านมาทั้ง 3 ข้อ คือ

1) แบ่งเนื้อหาเป็นตอนสั้นๆ เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน เพื่อขจัดปัญหาการรับรู้และการจำ การลืมกับเนื้อหาจำนวนมากๆ ในเวลาอันสั้น

2) ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง เพื่อเป็นการคิดปฏิบัติการทดลองและทบทวนความรู้ทุกๆ ขั้นตอนเป็นระยะสั้นๆ

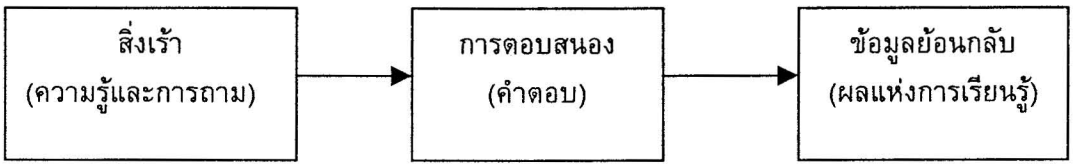
3) จะต้องมีการเฉลยผลกิจกรรมที่ผู้เรียนกระทำทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จโดยฉับพลัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามหลักเกณฑ์ดังกล่าว โดยที่เนื้อหาวิชาถูกแบ่งเป็นขั้นตอนสั้นๆ ทำให้ผู้เรียนไม่วิตกกังวลกับปริมาณความรู้ และปัญหาของการจำการลืมก็หมดไป ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ หลังจากมีการเฉลยทางกิจกรรมในทางสร้างสรรค์ความสำเร็จมากกว่าความผิดหวัง และจากงานวิจัยของสกินเนอร์ (Skinner) นักจิตวิทยาพบว่าถ้ากระบวนการเรียนรู้ตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวมาเป็นไปอย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยได้รับประสบการณ์แห่ง

ความสำเร็จในแต่ละขั้นสูงกว่าวิธีอื่นๆ ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ของกิจกรรมที่ปฏิบัติทั้งหมดในกระบวนการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง

จ. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี (Positive reinforcement) เช่น การให้รางวัลเป็นข้อความชมเชย หรือให้รางวัลรูปอื่นๆ ที่ระบบคอมพิวเตอร์จะให้ได้เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในแต่ละขั้น แต่ถ้าผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมหรือตอบสนองกิจกรรมไม่ถูกต้องในเรื่องการเรียนการสอน ระบบคอมพิวเตอร์ก็จะตอบสนองโดยไม่ดิเดียนและให้กำลังใจที่จะพยายามทำกิจกรรมต่อไปให้ถูกต้อง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนทรง พฤติกรรมการอยากรู้สูงกว่าการเรียนปกติ และไม่เลิกเรียนกลางคัน

นอกจากนี้ในการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมผู้สอนจะต้องกำหนดความมุ่งหมายอย่างแน่ชัดก่อนว่าต้องการก่อให้เกิด พฤติกรรมเช่นใดขึ้นในตัวผู้เรียน แล้วจึงจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่เหมาะสมตามลำดับที่ต้องการนำผู้เรียนให้ตอบสนอง เมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง ก็ให้การเสริมแรง

ตัวอย่างการนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมมาเป็นหลักฐานของเทคโนโลยีการศึกษาที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด คือ การสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) เช่นบทเรียนโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งเร้าสั้นๆ เรียกว่า กรอบหรือเฟรม (Frames) การจูงใจ และเร้าใจผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วม ได้ตอบสนองและได้รับการเสริมแรงเมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 62)



ภาพประกอบ 5 หลักการของบทเรียนสำเร็จรูป
(ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 62)

จากทฤษฎีการเสริมแรงในบทเรียนสำเร็จรูปดังกล่าว ถูกนักคอมพิวเตอร์นำมาประยุกต์ใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีลักษณะของบทเรียน และการทำงานเช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูปหรือโปรแกรมการสอนอื่นๆ โดยพัฒนาจากรูปแบบที่เป็นเอกสารตำรามาเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอน นอกจากจะสามารถให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนแล้ว ยังสามารถใช้ฝึกปฏิบัติ หรือทบทวนความรู้นั้น โดยวิธีการต่างๆ เช่น การทำแบบฝึกหัดซ้ำกันหลายๆ ครั้ง ตามความสามารถของผู้เรียน ผู้เรียนบางคนทำได้มาก บางคนทำได้น้อย บางคนต้องทำหลายครั้ง บางคนทำเพียงครั้งเดียวในลักษณะเช่นนี้ เราสามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้กระทำสิ่งเหล่านี้ได้โดยไม่เบื่อหน่ายทั้งผู้สอนและผู้เรียน เป็นกระบวนการสอนอย่างหนึ่งที่มุ่งตอบสนองการเรียนเป็นรายบุคคล คอมพิวเตอร์จึงกลายเป็นสื่อการสอนที่ดีมากในปัจจุบัน เพราะสามารถ

โต้ตอบกับผู้เรียนได้ทันทีทันใด ทำให้บทเรียนดูมีชีวิตชีวา และทำหน้าที่แทนครูผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สานนท์ เจริญฉาย. 2533 : 169-170)

1.8 ความหมายของมัลติมีเดีย

ปัจจุบันวงการศึกษาเริ่มให้ความสำคัญในการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยเสริมในการเรียนการสอนมากขึ้น มีการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ให้สามารถนำเสนอข้อมูลที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ได้ทุกรูปทุกแบบ ในลักษณะของตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพจำลอง รวมถึงวีดิทัศน์ จัดเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบมัลติมีเดีย (Multimedia) ซึ่งตรงกับศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถานว่า 1. สื่อประสม 2. สื่อหลายแบบ (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 268) ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มัลติมีเดียอาจแปลเป็นไทยตามความหมายโดยตรงได้ มัลติ แปลว่า หลาก หลาย มีเดีย แปลว่า สื่อ ดังนั้น มัลติมีเดียจึงหมายถึง สื่อหลายอย่าง สื่อหรือตัวกลาง คือ สิ่งที่จะส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้ เช่น ข้อมูลตัวอักษร รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และอื่นๆ อีกที่นำมาประยุกต์ร่วมกัน (ยืน ภู่วรวรรณ. 2538 : 159) และมีนักการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 267) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง การนำสื่อหลายๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วยเพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการนำเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียง

บูรณะ สมชัย (2542 : 19) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ สามารถนำเสนอได้ทุกรูปแบบทั้งข้อความ (text) รูปภาพกราฟิก (graphics, images) ภาพเคลื่อนไหว (animation) เสียง (sound) และภาพยนตร์ (video) นอกจากนี้ยังจะต้องสามารถปฏิสัมพันธ์ (interactive) กับผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมด้วย

พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2541 : 10) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมาย โดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวิดีโอ

ไพลิน บุญเดช (2539 : 3) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง สื่อที่ใช้แทนข่าวสารหลายๆ สื่อประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และ เสียง เป็นต้น

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2538 : 25) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง การประสมประสาน อักขระ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดีโอ สื่อความหมายของข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรม

คาโรล (Carol. 1997 : 23) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่า หมายถึง การใช้ภาพ เสียง และการเคลื่อนไหวที่แสดงได้มากกว่าวิธีการสอนแบบเดิม ที่ใช้ชอล์กกับการบอกกล่าว

เดนนิส (Denise. 1995 : 23) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการใช้สื่อ 2 ชนิด หรือมากกว่าในการนำเสนอข้อมูลข่าวสาร ซึ่งสื่อดังกล่าวประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง หรือภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพยนตร์ เสียง และดนตรีประกอบ

เฟรเทอร์และพอลลิสเซน (Frater and Paulissen. 1994 : 3) ให้ความหมายมัลติมีเดียว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์รวมสื่อและควบคุมอีเลคทรอนิกส์หลายชนิด เช่น จอคอมพิวเตอร์ เครื่องวีดิโอแบบเลเซอร์ดิสส์ เครื่องเล่นแผ่นเสียงจากแผ่นซีดี เครื่องสังเคราะห์คำพูดและเสียงดนตรี เพื่อสื่อความหมายบางประการ

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก ตัวเลข ภาพศิลป์ เสียง ภาพเคลื่อนไหว เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรม รวมถึงดูสื่อต่างๆ ด้วยตัวเองได้

1.9 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

องค์ประกอบด้านสื่อมัลติมีเดียที่สมบูรณ์ จะต้องประกอบไปด้วยสื่อมากกว่า 2 สื่อตามองค์ประกอบดังนี้คือ ตัวอักขระ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ เป็นต้น โดยองค์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อการออกแบบบทเรียนดังนี้ (Linda. 1995 : 5-7 ; บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์.2538 : 26-29 ; พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. 2541 : 11-12 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 271-272)

1. ตัวอักขระ (text) เป็นสื่อสามัญของมัลติมีเดีย การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องมีข้อความและอักขระ ตลอดจนการใช้รูปภาพและเครื่องหมายจำนวนมากมายในการที่จะให้ผู้ใช้บทเรียนให้บรรลุเป้าประสงค์ของบทเรียน ข้อความเครื่องหมาย และสัญลักษณ์ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปลายลักษณ์อักษรหรือเปล่งเป็นเสียงสำเนียงคำพูด เป็นสื่อสามัญที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันโดยทั่วไป และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการบอกชื่อและหัวเรื่องในบทเรียนให้ทราบว่าเป็นเรื่องอะไร หรือใช้เป็นเมนูเพื่อบอกให้ทราบว่าจะไปที่ใดใช้บอกเส้นทางเดินเพื่อบอกให้ทราบว่าไปสู่ที่หมายอย่างไร รวมทั้งใช้เป็นส่วนให้เนื้อหาหรือสิ่งที่ผู้ใช้บทเรียนจะได้พบเห็นเมื่อไปถึงเป้าหมาย การใช้อักขระเพื่อสื่อความหมายกับผู้เรียนควรมีหลักการใช้ในกรณีต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สื่อความให้ชัดเจน ข้อความต่างๆ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสิ่งสำคัญในการสื่อความหมายกับผู้ใช้บทเรียน การออกแบบสร้างป้ายแสดงหัวข้อเรื่อง เมนู และปุ่มบนจอภาพนั้น ควรจะต้องให้ความสำคัญในการเลือกข้อความคำพูด พยายามใช้ข้อความที่มีน้ำหนัก กระชับกะทัดรัด และให้ความหมายที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ เช่น " กลับไปที่เดิม " แทนคำว่า " ก่อนหน้านี้ " " เลิก " แทนคำว่า " ปิด " และ " ดีมาก " แทนคำว่า " คำตอบถูกต้อง " เป็นต้น

1.2 เมื่อใช้อักขระเป็นเมนูสำหรับนำทางเดิน ผู้ใช้บทเรียนปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยการกดปุ่มบนแป้นพิมพ์ คลิกเมาส์ หรือแตะจอภาพสัมผัสเมนูที่สร้าง อาจเป็นเมนูแบบง่ายๆ ประกอบด้วยรายชื่อบทเรียนในรูปแบบเดียวกับหน้าสารบัญของหนังสือ แล้วให้ผู้เรียนคลิกเลือกบทเรียนที่ต้องการ รูปแบบการคลิกแล้วแสดงผลนี้เป็นที่เข้าใจกันอย่างกว้างขวางในกลุ่มผู้ใช้คอมพิวเตอร์

ส่วนใหญ่รายการเมนูจะมีกรอบล้อมรอบหรือสร้างให้คล้ายเป็นปุ่มสำหรับเลือกคลิกได้อย่างสะดวก และเพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่ควรใช้คำที่สั้นและให้ความชัดเจนแก่ผู้ใช้

1.3 ปุ่มบนจอภาพสำหรับการมีปฏิสัมพันธ์ ในมัลติมีเดียปุ่มบนจอภาพเป็นเสมือนวัตถุที่เมื่อคลิกก็จะมีการแสดงผลอย่างใดอย่างหนึ่ง ปุ่มบนจอภาพที่สร้างอาจเป็นปุ่มที่มีรูปแบบอักขระ (font) เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ (symbol) ปรากฏอยู่ ปุ่มเหล่านี้อาจมีรูปแบบหลากหลาย การเลือกปุ่มใดเหมาะสมขึ้นกับการทดลองดูว่ารูปแบบอักขระ เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ การเว้นวรรค และการให้สีแบบใดที่ดูแล้วมีความเหมาะสม

1.4 เนื้อหายาวไม่ควรให้อ่านจากจอคอมพิวเตอร์ การอ่านข้อความที่ยาวมากๆ จากจอคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง เพราะข้อความยาวๆ บนจอคอมพิวเตอร์นั้นทั้งอ่านยากและจะอ่านได้ช้ากว่าการอ่านจากเอกสาร ยกเว้นในกรณีที่บทเรียนนั้นใช้อักขระขนาดใหญ่และนำเสนอไม่กี่ย่อหน้า และควรเลือกใช้รูปแบบอักขระที่เรียบง่ายแทนรูปแบบอักขระที่มีลวดลายและอ่านยาก

1.5 ควรใช้หน้าต่างเมื่อเนื้อหายาวเกินจอ ถ้าเนื้อหานั้นยาวมากเกินกว่า 1 หน้าจอภาพ ควรใช้วิธีใส่ข้อความไว้ในหน้าต่าง และใช้ปุ่มเลื่อนหน้าต่างขยับข้อความในหน้าต่างขึ้นลง เพื่ออ่านเนื้อความในหน้าต่างนั้นๆ หรือใช้วิธีแบ่งเนื้อหาออกเป็นแต่ละหน้า และสร้างปุ่มสำหรับพลิกหน้าให้กลับไปกลับมาได้

1.6 สร้างชีวิตชีวาและการเคลื่อนไหวให้อักขระ เมื่อใช้อักขระแสดงผลอาจสร้างความสนใจให้กับผู้ใช้บทเรียนได้หลายวิธี เช่น ให้อักขระเคลื่อนที่ในลักษณะบิน หรือค่อยๆ ปรากฏที่ละตัวหรือทีละหัวข้อ ให้อักขระกระพริบ ให้อักขระจางหายไปทีละตัว ให้อักขระหมุนเอียงในแนวต่างๆ หรือให้อักขระหมุนรอบแกน เป็นต้น สิ่งสำคัญที่ต้องระวังคือ ไม่ควรใช้เอฟเฟ็คเหล่านี้มากเกินไปจนน่าเบื่อและน่ารำคาญ

1.7 ต้องใช้เวลาคุ้นเคยกับเครื่องหมายและสัญลักษณ์ เครื่องหมายและสัญลักษณ์นั้นจัดเป็นอักขระในรูปกราฟิกที่ให้ความหมายในตัว มักเรียกเครื่องหมายและสัญลักษณ์เหล่านี้ว่าสัญลักษณ์ภาพ (Icon) สัญลักษณ์ภาพใช้เป็นสื่อกลางที่สำคัญในการติดต่อกับผู้เรียนในบทเรียนมัลติมีเดียที่มีปฏิสัมพันธ์ อย่างไรก็ดีบางครั้งต้องใช้เวลากว่าจะคุ้นเคยกับสัญลักษณ์และเครื่องนั้นๆ เพื่อทำให้ผู้ใช้บทเรียนเข้าใจความหมาย ต่างจากการใช้คำที่เป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้วและมีความหมายอยู่ในตัวเอง

สรุปได้ว่า อักขระมีประสิทธิผลในการสื่อข้อความที่ตรงและชัดเจนกว่าการใช้ภาพหรือรูปภาพ ในขณะที่รูปภาพ สัญลักษณ์ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ช่วยทำให้ผู้ใช้บทเรียนนึกและจำสารสนเทศได้ง่ายกว่า มัลติมีเดียนั้นเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการประสมประสานอักขระ สัญลักษณ์ภาพ รวมถึงสี เสียง ภาพนิ่ง และภาพวีดิทัศน์เข้าด้วยกัน ทำให้ข้อมูลข่าวสารมีคุณค่าและน่าติดตามเพิ่มขึ้น

2. เสียง (sound) เป็นสื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น และทำให้คอมพิวเตอร์มีชีวิตชีวามากขึ้น ด้วยการเพิ่มการ์ดเสียง และโปรแกรมสนับสนุน การสื่อสารสองทางการสื่อสารทางเดียว มีความแตกต่างเหมือนกับความแตกต่างของการสนทนากันกับการฟังบรรยาย กิจกรรมระหว่างกันมีศักยภาพในการทำให้ผู้เรียนเข้าถึงสารสนเทศช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดโครงสร้างทางความรู้ความคิด หรือการเรียนรู้ เสียงอาจอยู่ในรูปของเสียงดนตรี เสียงสังเคราะห์ปรุงแต่ง หรือเสียง

ประกอบฉากที่มีผลต่อการสร้างอารมณ์ ดังนั้นการรู้จักใช้เสียงอย่างถูกต้อง จะสามารถสร้างความสนุกสนานและเร้าใจ ทำให้บทเรียนในรูปมัลติมีเดียที่มีปฏิสัมพันธ์นั้นน่าสนใจและน่าติดตามเป็นพิเศษ การใช้เสียงมัลติมีเดียนั้น ผู้สร้างจะต้องรู้ว่าจะสร้างเสียงในบทเรียนอย่างไร ซึ่งเสียงที่ใช้งานนั้นเป็นไปได้ทั้งเสียงที่อัดจากเสียงธรรมชาติ หรือเสียงที่อัดจากเครื่องเสียงต่างๆ โดยตรง เช่น เครื่องเล่นวิทยุ เทปคาสเซ็ท แผ่นซีดี ก็ได้ การอัดเสียงผ่านไมโครโฟนที่มีคุณภาพจะทำให้ได้เสียงที่มีคุณภาพด้วย และหากจะต้องอัดเสียงจากเครื่องเสียงดังที่กล่าวมาแล้วโดยตรงก็สามารถต่อเข้าไลน์อิน (line in) ที่พอร์ต (port) การ์ดเสียงได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านไมโครโฟน การเลือกซื้อแผ่นการ์ดเสียงที่มีคุณภาพดีก็ย่อมจะทำให้ได้เสียงที่มีคุณภาพดี

ในสภาพแวดล้อมการทำงานในระบบวินโดวส์ เสียงจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ที่มีส่วนขยายเป็น .wav โดยทั่วไปไฟล์เสียงมีอยู่ 2 แบบ คือ เวฟ (wave) และ มีดี้ (midi : musical instrument digital interface) ไฟล์เวฟจะจับเสียงทั้งหมดทำให้ใช้พื้นที่ในการเก็บไฟล์สูงมาก ไฟล์มีดี้เป็นไฟล์ที่เก็บเสียงจากอุปกรณ์ที่นิยมกันคือเครื่องซินธีไซเซอร์ (synthesizer)

3. ภาพนิ่ง (still images) อาจเป็นภาพเล็กหรือใหญ่ เป็นภาพถ่าย หรือภาพกราฟิก ภาพนิ่งใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญที่สุดของบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เนื่องจากการใช้ภาพนิ่งในการแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ เป็นการแสดงผลที่มีการใช้มากที่สุดเมื่อเทียบกับภาพเคลื่อนไหว หรือภาพวิดีโอ ภาพนิ่งสามารถแสดงผลจากความคิดหรือความต้องการ รวมทั้งการวาดภาพ ภาพลายเส้น แผนภูมิ แผนที่ หรือกราฟ ภาพนิ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ ภาพบิตแมท และภาพเวกเตอร์กราฟิกให้ใช้ตามต้องการ

4. ภาพเคลื่อนไหว (animation) การสร้างภาพเคลื่อนไหวบนพีซี ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถดึงดูดความสนใจต่อผู้เรียนเป็นอย่างดี ซึ่งอาศัยเทคนิคของการนำภาพหลายๆ ภาพมาต่อกัน เพื่อให้เกิดภาพเคลื่อนไหวในเทคนิคเดียวกับภาพยนตร์การ์ตูน การเพิ่มภาพเคลื่อนไหวลงบนงานต่างๆ จะทำให้สามารถนำเสนอความคิดที่ซับซ้อนหรือยุ่งยากให้ง่ายต่อการเข้าใจ นับเป็นสื่อที่ดีอีกชนิดหนึ่งในมัลติมีเดีย การสร้างภาพเคลื่อนไหวสามารถกำหนดลักษณะ และเส้นทางที่จะให้ภาพนั้นเคลื่อนที่ไปมาตามที่เราต้องการคล้ายกับการสร้างภาพยนตร์ขึ้นมาตอนหนึ่งนั่นเอง การแสดงสี การลบภาพโดยทำให้ภาพค่อยๆ เลือนจางหาย หรือทำให้ภาพค่อยๆ ปรากฏขึ้นในรูปแบบต่างๆ กัน ก็จัดเป็นภาพเคลื่อนไหวแบบพื้นฐาน โปรแกรมที่สร้างภาพเคลื่อนไหวมีอยู่หลายโปรแกรมตามแต่ความต้องการผู้ใช้ เช่น โปรแกรมแอนนิเมชั่นเวอร์ค (animation work) ที่มีภาพลักษณะต่างๆ กันให้คุณเลือกใช้ ภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพที่ดึงดูดสายตาผู้ใช้บทเรียนเช่นเดียวกับเสียง ถ้าใช้ไม่เหมาะสมก็จะทำให้น่าเบื่อได้เช่นกัน

5. ภาพวิดีโอหรือวีดิทัศน์ (video) ความแตกต่างระหว่างภาพวิดีโอกับภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอเป็นภาพเหมือนจริงที่ถูกเก็บในรูปของดิจิตัล แต่ภาพเคลื่อนไหว คือ ภาพที่ถูกสร้างจากคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะคล้ายภาพยนตร์การ์ตูน ภาพวิดีโอสามารถต่อสายตรงจากเครื่องเล่นวิดีโอหรือเลเซอร์ดิสส์เข้าเครื่องได้ แต่ระบบวิดีโอที่ทำงานจากฮาร์ดดิสก์หรือซีดีรอมที่ไม่มีการบีบอัดสัญญาณจะต้องการฮาร์ดดิสก์ว่างถึง 500 เมกะไบท์ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือวิดีโอมีความต้องการพื้นที่ว่างมากในการทำให้ภาพวิดีโอมีความสมบูรณ์แบบ ดังนั้นจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กที่สุด เพื่อ

ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพและความเร็วในการส่งสูงสุด ซึ่งต้องอาศัยการ์ดและฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว โดยการนำภาพวิดีโอมาประกอบในมัลติมีเดียต้องมีอุปกรณ์สำคัญคือ ดิจิตัลวิดีโอการ์ด (digital video card) การทำงานในระบบวินโดวส์ ภาพวิดีโอจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ตระกูลเอวีไอ (.avi : Audio video interleave) ปัจจุบันเทคโนโลยีวิดีโอใช้ MPEG สร้างภาพวิดีโอเต็มจอ 30 เฟรมต่อวินาที

6. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive links) หมายถึง การที่ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการโดยใช้ตัวอักขระหรือปุ่ม สำหรับตัวอักขระที่จะสามารถเชื่อมโยงได้จะเป็นตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากตัวอักษรตัวอื่นๆ ส่วนปุ่มก็มีลักษณะคล้ายกับปุ่มเพื่อชมภาพยนตร์ หรือคลิกลงบนปุ่มเพื่อเข้าไปหาข้อมูลที่ต้องการหรือเปลี่ยนหน้าต่างของข้อมูล ส่วนมัลติมีเดียสัมพันธ์ (interactive multimedia) เป็นการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะการสื่อสารไปมาทั้งสองทาง คือ มีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนและผู้ใช้ ส่วนการแพร่ภาพและเสียงออกทางโทรทัศน์ที่ดูชมกันทุกวันนั้น เป็นตัวอย่างหนึ่งของการสื่อสารทางเดียว

การสื่อสารสองทางและการสื่อสารทางเดียวมีความแตกต่างกัน เหมือนกับความแตกต่างของการสนทนากันกับการฟังบรรยาย กิจกรรมระหว่างกันมีศักยภาพในการทำให้ ผู้เรียนเข้าถึงสารสนเทศ ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดโครงสร้างทางความรู้ความคิดหรือเกิดการเรียนรู้รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์อาจอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งต่อไปนี้

6.1 การใช้เมนู (Menu driven) ลักษณะที่พบเห็นได้ทั่วไปของการใช้เมนู คือ การจัดลำดับหัวข้อบทเรียน ทำให้ผู้ใช้บทเรียนเลือกข่าวสารข้อมูลที่ต้องการได้ตามที่ต้องการและสนใจ การใช้เมนูมักจะประกอบด้วยเมนูหลัก (main menu) ซึ่งแสดงหัวข้อหลักให้เลือก และเมื่อไปยังแต่ละหัวข้อหลัก ก็จะประกอบด้วยเมนูย่อยที่มีหัวข้ออื่นให้เลือกอีก หรือแยกไปยังเนื้อหาหรือส่วนนั้นๆ เลยทันที เช่น แยกไปยังส่วนของแบบฝึกหัด หรือวีดิทัศน์ เป็นต้น

6.2 การใช้แบบฝึกหัด (Exercise driven) การใช้แบบฝึกหัดมักใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกฝนและฝึกหัด (drill and practice) และการสอบ (testing) ลักษณะทั่วไปของกิจกรรมลักษณะนี้คือผู้ใช้บทเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือกข่าวสารข้อมูลเพื่อแสดงสมรรถนะของผู้ใช้บทเรียนในเนื้อหาวิชานั้นๆ ตามลำดับเส้นทางจะเป็นแบบเส้นตรง (linear) ในลักษณะไปทีละก้าวทีละขั้น

6.3 การใช้ฐานข้อมูลไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia database) เป็นรูปแบบปฏิสัมพันธ์ที่ให้ผู้ใช้บทเรียนเลือกไปตามเส้นทางที่เชื่อมคำสำคัญซึ่งอาจเป็นคำ ข้อความ เสียง หรือภาพนั้นๆ คำสำคัญเหล่านี้เชื่อมโยงกันอยู่ ในลักษณะเหมือนใยแมงมุม โดยสามารถเดินหน้าและถอยกลับได้

6.4 การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) ปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบนี้ทำให้ผู้ใช้บทเรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลองหรือศึกษาจากสิ่งจำลองที่จะปรากฏเป็นจริงในสถานการณ์ที่เป็นจริง โดยช่วยหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้น ช่วยประหยัดเวลาในการศึกษาจากของจริง และลดค่าใช้จ่ายจากการที่ต้องซื้อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่มีราคาแพง

1.10 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย (Multimedia CAI)

สถาพร สาธุการ (2540 : 113 -114) ได้กล่าวว่า การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระบบมัลติมีเดียสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมากคือเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน ควรมี

คำถามว่าอะไรคือการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนที่จะนำเสนอ และมีระดับของกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระดับใด อาจเป็นการกำหนดให้ผู้เรียนเรียนทีละขั้นและรู้ผลการเรียนแต่ละขั้นตามลำดับ หรือมีปฏิสัมพันธ์กับ ไฮเปอร์มีเดีย ในลักษณะเชื่อมโยง (Link) และกระโดดข้ามไป (Jump) หรือมีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะรูปแบบเต็มของการมีส่วนร่วมเสมือนผู้เรียนไปอยู่ในสถานการณ์การเรียนที่กำหนดขึ้น นอกจากเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์แล้ว การพัฒนาต้องคำนึงถึงการออกแบบบทเรียน CAI ระบบมัลติมีเดียว่าจะกำหนดให้เป็นเส้นตรง (Linear) หรือแบบสาขา (Branching) ซึ่งมีทั้งแบบ Simple และแบบ Complex โดยการพัฒนาโปรแกรมผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต้องทำความตกลงให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน โดยยึดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาบทเรียนและหลักการของกระบวนการจิตวิทยา (Cognition psychology) เป็นหลักในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระบบมัลติมีเดีย แฮนนาฟิน (Hannafin and Peck. 1988 : 17 -23) ได้ให้ข้อคำนึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย และลักษณะของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่ดีไว้ 12 ประการ ดังต่อไปนี้

1. สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียนนั้น มีความรู้ทักษะและทัศนคติที่ผู้สอนตั้งไว้และผู้เรียนสามารถประเมินผลด้วยตนเองว่าบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละข้อหรือไม่

2. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับลักษณะผู้เรียน การสร้างบทเรียนต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ พื้นฐานเดิมอยู่ในระดับชั้นใด ไม่ควรยากหรือง่ายเกินไป

3. บทเรียนที่ดีควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุด เพราะการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียควรมีประสิทธิภาพมากกว่าเรียนจากหนังสือเพราะสามารถสื่อสารกับผู้เรียนได้ 2 ทาง (Two Way Communication)

4. บทเรียนที่ดีควรมีลักษณะเป็นการเรียนการสอนรายบุคคล ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหัวข้อที่ตนเองต้องการ และข้ามบทเรียนที่ตนเองเข้าใจแล้วได้ แต่ถ้าเรียนบทเรียนที่ตนเองยังไม่เข้าใจก็สามารถเรียนซ่อมเสริมจากข้อแนะนำของคอมพิวเตอร์ได้

5. บทเรียนที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน ควรมีลักษณะเร้าความสนใจตลอดเวลา เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนอยู่เสมอ

6. บทเรียนควรสร้างรู้สึกในทางบวกกับผู้เรียน ควรให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเพลิดเพลิน เกิดกำลังใจ และควรหลีกเลี่ยงการลงโทษ

7. ควรจัดทำบทเรียนให้แสดงผลย้อนกลับไปยังผู้เรียนให้มากๆ โดยเฉพาะการแสดงผลย้อนกลับในทางบวก จะทำให้ผู้เรียนชอบไม่เบื่อง่าย

8. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน บทเรียนควรปรับเปลี่ยนให้ง่ายต่อกลุ่มผู้เรียนเหมาะสมกับการจัดตารางเวลาเรียน สถานที่ติดตั้งเครื่องเหมาะสมและควรคำนึงถึงการใส่ ระดับเสียง หรือดนตรีประกอบ เพื่อเป็นที่ดึงดูดใจผู้เรียน

9. บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างเหมาะสม ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายและตรงเกินไปควรเลี่ยงคำหรือข้อความในคำถามที่ไร้ความหมาย การตัดสินคำตอบควรให้แจ่มแจ้งไม่คลุมเครือ และไม่เกิดความสับสนหรือข้อขัดแย้งกับคำตอบ

10. บทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ จะเป็นแหล่งทรัพยากรทางการเรียนอย่างชาญฉลาด ไม่ควรเสนอบทเรียนในรูปอักษรอย่างเดียว หรือเรื่องราวที่พิมพ์อักษรตลอด ควรใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ เช่น การเสนอด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหวผสมตัวอักษร หรือให้มีแสง เสียง เน้นที่คำสำคัญ หรือวลีต่างๆ เพื่อขยายความคิดของผู้เรียนให้กว้างไกลยิ่งขึ้น

ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ควรตระหนักในสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีอยู่ตลอดจนข้อจำกัดต่างๆ ของมันด้วยเพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียสิ่งสนุกเพลิดเพลินจากเครื่อง เช่น ภาพเคลื่อนไหวปรากฏช้าเกินไป การแบ่งส่วนย่อย ๆ ของโปรแกรมมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้

11. บทเรียนที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบการสอนคล้ายๆ กับการผลิตสื่อชนิดอื่นๆ การออกแบบบทเรียนที่ดีย่อมจะเร้าความสนใจของผู้เรียนได้มาก การออกแบบบทเรียนย่อมประกอบด้วย การตั้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้จึงควรจัดลำดับขั้นตอนการสอนให้ดี มีการวัดผลและแสดงผลย้อนกลับให้ผู้เรียนทราบ มีแบบฝึกหัดพอเพียง และมีการประเมินผลขั้นสุดท้าย เป็นต้น

12. บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลทุกแง่ทุกมุม เช่น การประเมินคุณภาพของผู้เรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความสวยงาม ความตรงประเด็น และตรงกับทัศนคติของผู้เรียน เป็นต้น

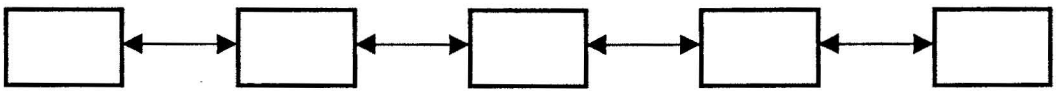
1.11 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2538 : 33-34) ได้เสนอแนวคิดของขั้นตอนการพัฒนางานมัลติมีเดียไว้ว่า เป็นงานที่มีความละเอียดอ่อนควรจัดทำเป็นขั้นตอน บางขั้นจะต้องดำเนินการให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนขั้นตอนอื่น และบางขั้นตอนก็อาจข้ามไปได้ หรือไปรวมกับขั้นอื่นได้ ซึ่งลำดับขั้นพื้นฐานในการพัฒนางานมัลติมีเดีย ประกอบด้วย

1. ขั้นกระบวนการทางความคิด (Idea Processing) มัลติมีเดียประกอบด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้สนใจต่อบทเรียนหรืองานที่สร้างขึ้น ผู้สร้างต้องคิดถึงเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น จุดประสงค์และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในงานศิลป์ ได้แก่ วีดิทัศน์ เสียงดนตรี เอกสาร รูปภาพ ตราสัญลักษณ์ ว่ามีและมีเพียงพอหรือไม่ สื่อที่ใช้เก็บคือสื่ออะไร จะต้องการเก็บข้อมูลข่าวสารมากน้อยเพียงใด อุปกรณ์ที่ผู้ใช้มีอยู่มีอะไรบ้าง ความสามารถและทักษะในการใช้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ สามารถทำคนเดียวหรือไม่ หรือต้องอาศัยใครช่วยบ้าง ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างมัลติมีเดียคืออะไร มีเวลาเพียงใด มีงบประมาณอยู่เท่าใด

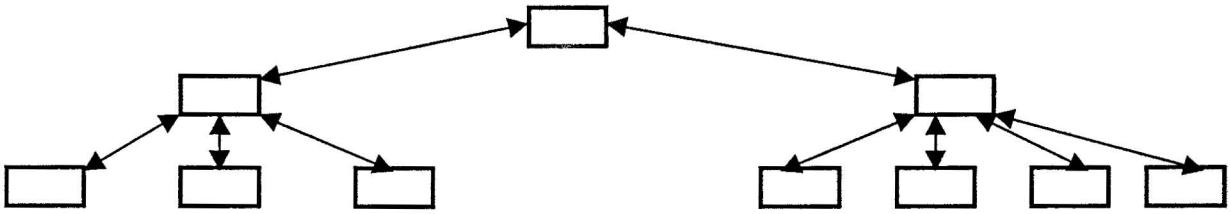
2. ขั้นกระบวนการวางแผน (Planning) เป็นการออกแบบโครงสร้างเส้นทาง เมื่อมีการสร้างผังโครงสร้างของงานจะทำให้ได้สารบัญเรื่อง และรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ การจัดวางผังโครงสร้างในงานมัลติมีเดียประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐาน 4 รูปแบบดังนี้

2.1 แบบเชิงเส้น (Linear) ผู้ใช้เดินไปตามเส้นทางอย่างเป็นลำดับ จากกรอบหนึ่งไปกรอบหนึ่ง จากสารสนเทศหนึ่งไปอีกสารสนเทศหนึ่ง ดังภาพประกอบ 6



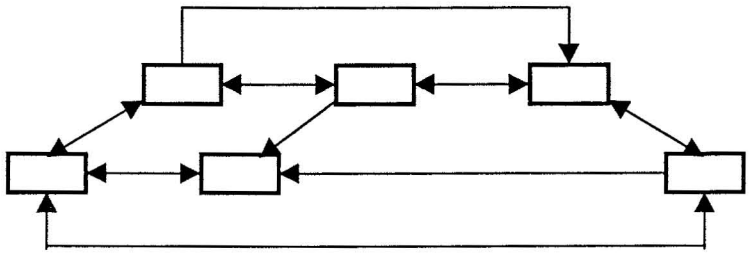
ภาพประกอบ 6 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบเชิงเส้น
(บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2535 : 55)

2.2 แบบลำดับชั้น (Hierarchical) ผู้ใช้เดินไปตามเส้นทางที่แยกแขนงออกตามธรรมชาติของเนื้อหา



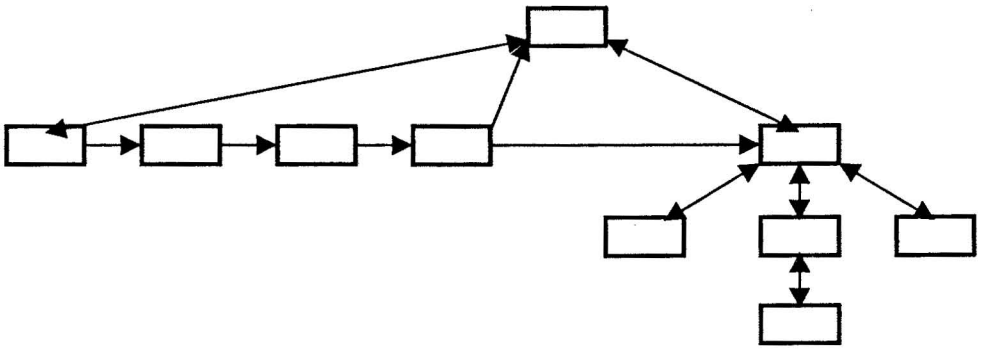
ภาพประกอบ 7 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบลำดับชั้น
(บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2535 : 55)

2.3 แบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear) ผู้ใช้เดินไปตามเส้นทางต่างๆ อย่างอิสระ ไม่กำหนดขอบเขตของเส้นทาง



ภาพประกอบ 8 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้น
(บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2535 : 55)

2.4 แบบประสม (Composite) ผู้ใช้สามารถไปตามเส้นทางต่างๆ อย่างอิสระ แต่ในบางครั้งอาจไปในลักษณะเชิงเส้นตรง หรือแยกแขนงไปตามลำดับเนื้อหา



ภาพประกอบ 9 ผังโครงสร้างปฏิสัมพันธ์แบบประสม
(บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2535 : 55)

3. ขั้นการผลิต (Production) ก่อนเริ่มดำเนินการผลิตมัลติมีเดีย ควรต้องทำการตรวจสอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จะใช้ในการพัฒนางาน ทบทวนการจัดการ การบริหารในด้านต่างๆ เช่น เวลาและความคิดที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนางาน ขนาดของหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ การจัดการแหล่งข้อมูลเอกสาร ซอฟต์แวร์ประพันธ์บทเรียนที่นำมาใช้ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ที่จะคอยดูแลช่วยเหลือในแต่ละขั้นตอนในระหว่างการพัฒนามัลติมีเดีย

นอกจาก 3 ขั้นตอนที่ประกอบด้วย ขั้นกระบวนการทางความคิด ขั้นกระบวนการวางแผน ขั้นการผลิตแล้ว การพัฒนางานมัลติมีเดียยังต้องอาศัยขั้นการทดสอบการใช้งาน (Testing) และขั้นการนำไปใช้งาน (Delivering) อีกด้วย จึงจะถือว่าการดำเนินการของการพัฒนามัลติมีเดียมีความสมบูรณ์

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 31-39) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียไว้ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ ในการพัฒนาบทเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จะควบคุมให้การสร้างโปรแกรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียน จะต้องพิจารณาดังนี้

1.1 หัวข้อของงานที่จะนำมาพัฒนาโปรแกรม

1.2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการ

1.3 ผู้ใช้กลุ่มเป้าหมาย

1.4 ผลที่คาดว่าได้รับจากการใช้โปรแกรม

2. การวิเคราะห์เนื้อหา ขั้นนี้นับว่าสำคัญที่สุดที่จะทำให้การสื่อความหมายด้วยระบบมัลติมีเดียบรรลุตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายก่อนที่จะนำไปสร้างเป็นโปรแกรมนำเสนอต่อไป ในขั้นนี้ต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

2.1 ขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำเสนอตามวัตถุประสงค์

2.2 วิธีการนำเสนอเนื้อหา

2.3 ระยะเวลาการนำเสนอตามเนื้อหา

2.4 การเลือกสื่อที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์

2.5 วิธีการโต้ตอบระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้ตามหลักการสื่อความหมาย

2.6 วิธีการตรวจปรับเนื้อหา

2.7 การเสริมแรงและสร้างสรรค์บรรยากาศร่วม

2.8 วิธีการประเมินผล

3. การเขียน Storyboard ดำเนินเรื่อง เมื่อได้รายละเอียดเนื้อหา ตามขั้นตอนต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ และตามกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดไว้แล้ว จำเป็นต้องเขียนสคริปต์ หรือ Storyboard เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่จะนำเสนอตามเป้าหมาย การเขียนสคริปต์มีขั้นตอนดังนี้

3.1 การสร้างผังงาน (Flowchart) มีความจำเป็นในการควบคุมหรือกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การสร้างผังงานจะมีความสัมพันธ์กับวิธีการออกแบบว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานเป็นแบบใด

3.2 การจัดทำ Storyboard ขั้นตอนนี้เป็นการนำผังงานมาแจกแจงเป็นรายละเอียดที่ชัดเจนลงไป ด้วยการทำเป็นภาพ ข้อความ การนำเสนอให้เป็นลักษณะเคลื่อนไหว มีเสียงหรือเพลงประกอบอย่างไร และมีการเรียงลำดับการทำงานอย่างชัดเจนเป็นขั้นเป็นตอน มีการจัดวางหน้าจออย่างไร รวมทั้งการกำหนดแหล่งของข้อมูลที่ต้องการ เช่น เสียง วีดิทัศน์ ภาพ จะได้มาอย่างไร จากแหล่งไหนเป็นต้น

4. การเตรียมข้อมูลสำหรับ Storyboard ข้อมูลที่ใส่ลงไปใน Storyboard อาจทั้งภาพ เสียง ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรืออื่นๆ ซึ่งจะต้องมีการจัดเตรียมขึ้นมาก่อนที่จะนำไปใส่ในโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วย

4.1 การจัดเตรียมภาพ ขั้นตอนนี้จำเป็นต้องอาศัยการวาดหรือเขียนขึ้นมาจากโปรแกรมกราฟิก หรือมีการนำภาพจากแหล่งอื่นๆ เช่นสแกนภาพจากหนังสือ วารสาร หรืออาจจะนำเข้ามาจากกล้องวีดีโอ

4.2 การจัดเตรียมเสียง การบันทึกเสียงเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องติดตั้งการ์ดเสียงไว้แล้ว

4.3 ข้อมูลที่เป็นข้อความ ในการป้อนข้อมูลประเภทข้อความนี้ สามารถทำได้โดยตรงจากตัวโปรแกรมออโธริ่งเอง หรือนำเข้ามาจากโปรแกรมอื่นที่สามารถอ่านข้อมูลที่เป็น Text file

5. การสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนที่รวบรวมเอาสิ่งต่างๆ ที่จัดเตรียมไว้ไม่ว่าเป็นภาพ ข้อความ เสียงและภาพเคลื่อนไหว ภาพจากวีดิทัศน์ มาผสมผสานให้กลายเป็นโปรแกรมบทเรียนด้วยการใช้ Authoring system ช่วยในการจัดเรียงลำดับการนำเสนอ ให้เป็นไปตามลักษณะของผังงานที่ได้ออกแบบไว้ในก่อนนี้ และเป็นไปตาม Storyboard ที่ได้จัดทำไว้

6. การทดสอบโปรแกรม มีวัตถุประสงค์ว่าเนื้อหามีความสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด ทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดในโปรแกรม (Bugs) ระหว่างที่มีการพัฒนาโปรแกรมบทเรียน ผู้สร้างจะทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม แต่จะเป็นการทดสอบทีละส่วนในระหว่างการพัฒนา แต่การทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบทุกส่วนอีกครั้งเพื่อดูการทำงานที่สัมพันธ์กับหน่วยการเรียนย่อยต่างๆ

ในแต่ละหน่วย และทำการทดสอบกับผู้ใช้ด้วย เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดขึ้น เมื่อผู้ใช้ได้ทดลองใช้ ซึ่งจะทำการทดสอบทั้งการทำงานของโปรแกรม ประสิทธิภาพของโปรแกรม และทดสอบผลของการใช้โปรแกรมว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ ในการทดสอบแต่ละขั้นตอนเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นต้องนำไปแก้ไขในทันที ไม่ว่าจะเป็นการแก้โปรแกรมที่ใช้สร้าง หรือแก้ Storyboard ที่พบว่ามีปัญหา และเมื่อแก้ไขแล้วต้องทำการทดสอบเช่นเดิมจนกว่าปัญหานั้นหมดไป

7. การทำเอกสารประกอบบทเรียน เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมในอนาคต เอกสารนี้จะรวมถึงผังงานและ Storyboard การทำเอกสารที่ดีชัดเจนจะทำให้การบำรุงรักษา การแก้ปัญหาโปรแกรมทำได้อย่างรวดเร็ว และแก้ไขได้ตรงจุด

8. การจัดเตรียมบทเรียนสำหรับผู้ใช้ เมื่อผ่านการทดสอบก็ถึงขั้นตอนที่จะส่งโปรแกรมไปยังผู้ใช้ ขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นของการพิจารณาว่าจะจัดเก็บ ย่อ ขยายโปรแกรมอย่างไร ต้องมีโปรแกรมใดสนับสนุนเพิ่มเติมในการนำไปติดตั้ง อย่างไรก็ตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่ดีควรจะติดตั้งง่าย และสะดวก

9. การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม โปรแกรมโดยทั่วไปจะต้องมีคู่มือประกอบการใช้เพื่อผู้ใช้นำไปศึกษาและใช้โปรแกรมได้ ถ้าหากในการออกแบบโปรแกรมบทเรียน มีการออกแบบระบบให้ความช่วยเหลือที่มีประสิทธิภาพ ก็จะช่วยลดภาระการจัดทำคู่มือได้ โปรแกรมนำเสนอแบบมัลติมีเดียจะได้เปรียบในเรื่องของการแนะนำและฝึกการใช้โปรแกรม ทั้งนี้เพราะมีทั้งภาพ เสียง ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว แต่อย่างไรก็ตามการจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมก็ยังมีความจำเป็นอยู่ดี

นอกจากนี้แล้วยังมีการนำเสนอลำดับขั้นในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ (พิทักษ์ ศีลรัตนา. 2531 : 20-25 ; ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534 : 173-179)

1. ขั้นการออกแบบ (Instructional Design) เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานของโปรแกรม โดยเป็นหน้าที่นักการศึกษาหรือครูผู้สอนที่มีความรู้ในเนื้อหา หลักจิตวิทยาวิธีการสอน การวัดผลและการประเมินผล ซึ่งต้องมีกิจกรรมร่วมกันพัฒนา ดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหา ครูผู้สอนต้องประชุมปรึกษา ตกลงและทำการเลือกสรรเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.1.1 เนื้อหาที่มีการฝึกทักษะทำซ้ำบ่อยๆ ต้องมีภาพประกอบ

1.1.2 เนื้อหาที่คิดว่าจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม

1.1.3 เนื้อหาบางอย่างที่สามารถจะจำลองอยู่ในรูปของการสาธิตได้โดยหากทำการทดลองจริงๆ อาจจะมีอันตรายหรือต้องใช้วัสดุสิ้นเปลือง

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์แม้ว่าจะมีความสามารถเพียงไร แต่ก็มีข้อจำกัดในบางเรื่อง ดังนั้น เมื่อครูผู้สอนได้เลือกเนื้อหา และวิเคราะห์ออกมาแล้วว่าเนื้อหาตอนใดที่จะทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนก็จำเป็นที่จะต้องปรึกษากับเทคนิคหรือผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.2.1 มีบุคลากรที่มีความรู้พอที่จะพัฒนาโปรแกรมบทเรียนได้ตามความต้องการหรือไม่

1.2.2 ใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนามากเกินกว่าการสอนแบบ

ธรรมดาหรือพัฒนาด้วยสื่อการสอนแบบอื่นหรือไม่

1.2.3 ต้องการอุปกรณ์พิเศษต่อเพิ่มเติมจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่

1.2.4 มีงบประมาณเพียงพอหรือไม่

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรม โดยระบุสิ่งต่อไปนี้

1.3.1 ก่อนที่ใช้โปรแกรมผู้เรียนต้องมีพื้นฐานอะไรบ้าง

1.3.2 สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียน ควรจะได้รับรู้อะไรบ้างหลังจากการใช้โปรแกรม

1.4 ลำดับขั้นตอนการทำงาน นำเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานเรียงลำดับ วางแนวการเสนอในรูป Story Board และ Flow Chart โดยเน้นในเรื่องต่อไปนี้

1.4.1 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่

1.4.2 ขนาดของข้อความในหนึ่งจอภาพ

1.4.3 ขนาดของตัวอักษรที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน

1.4.4 การเสริมแรงต่างๆ ของบทเรียน

1.4.5 จิตวิทยาการเรียนรู้ การชี้แนะ

1.4.6 แบบฝึกหัด การประเมินผลความสำเร็จ

หลังจากทำ Storyboard เสร็จแล้วจึงนำมาวิเคราะห์วิจารณ์เพื่อเพิ่มเติม แก้ไข หรือตัดทอนจนเกิดความพอใจจากลุ่มครูผู้สอน

2. ขั้นการสร้าง (Instructional Development) เป็นหน้าที่ของนักคอมพิวเตอร์ หรือครูที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรม มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

2.1 สร้างโปรแกรม นำเนื้อหาที่อยู่ในรูปของ Storyboard มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งหรือโปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนโดยเฉพาะ (Authoring System) เสร็จแล้วตรวจแก้ข้อผิดพลาดที่อาจจากสาเหตุต่อไปนี้

2.1.1 รูปแบบคำสั่งผิดพลาด (Syntax Error) เกิดจากการใช้คำสั่งไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษานั้นๆ

2.1.2 แนวคิดผิดพลาด (Logical Error) เกิดจากผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนการทำงานคลาดเคลื่อน เช่น สูตรที่กำหนดผิด

2.2 ทดสอบการทำงาน หลังจากตรวจข้อผิดพลาดที่เรียกว่า " BUG" ในโปรแกรมเรียบร้อยก็นำโปรแกรมไปให้ครูผู้สอนเนื้อหานั้นตรวจความถูกต้องบนจอภาพ อาจมีแก้ไขโปรแกรมบางส่วนและนำไปทดสอบกับผู้เรียนในสภาพการใช้งานจริง เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมและหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาปรับปรุงต้นฉบับและแก้ไขโปรแกรมต่อไป

2.3 ปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงจะต้องเปลี่ยนแปลงที่ตัวต้นฉบับของ Story Board ก่อน แล้วจึงแก้ไขที่โปรแกรมและนำไปทดสอบการทำงานใหม่ ถ้ายังพบข้อบกพร่องก็จะต้องนำมา

ปรับปรุงแก้ไขอีกจนกว่าจะได้โปรแกรมเป็นที่พอใจของทุกฝ่ายแล้วจึงนำไปใช้งาน และเพื่อให้การนำไปใช้งานมีประสิทธิภาพ จึงควรมีการจัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

2.3.1 คู่มือนักเรียน

- บอกชื่อเรื่อง ชื่อวิชา และระดับชั้น
- วัตถุประสงค์ของบทเรียน เช่น เพื่อทดสอบความรู้ เพื่อเสริมความรู้เพื่อใช้สอนแทนครู
- จุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- โครงสร้างเนื้อหา หรือบทสรุปของเนื้อหาในบทเรียน
- ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนการเรียน
- แสดงตัวอย่างกรอบภาพในบทเรียน และคำชี้แจงในส่วนที่จำเป็น
- กิจกรรม กฎเกณฑ์ และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนหรือการทดสอบ
- ระยะเวลาในการเรียนโดยประมาณ

2.3.2 คู่มือครู

- โครงสร้างของเนื้อหา
- จุดประสงค์ของโปรแกรมที่ใช้สอน
- ใช้สอนวิชาอะไร ตอนไหน สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์หลักอย่างไร ผู้สอนควรมีความรู้พื้นฐานอะไร
- เสนอแนะกิจกรรมการเรียนและเวลาที่ใช้ในการเรียน
- ให้ตัวอย่างเพื่อชี้แนะให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนได้อย่างไร ช่วงไหนในวิชานั้นๆ
- เสนอแนะแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากบทเรียน
- ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนการเรียน และหลังการเรียน

2.3.3 คู่มือการใช้เครื่อง

- ชื่อโปรแกรม ผู้เขียนโปรแกรม ลิขสิทธิ์ วันแก้ไขปรับปรุง
- ภาษาที่ใช้ ไฟล์ต่างๆ ขนาดของโปรแกรม
- หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรมนี้ได้หรืออุปกรณ์อื่นที่ต้องใช้ร่วมกัน
- วิธีการใช้โปรแกรมเป็นขั้นๆ เริ่มตั้งแต่การ Boot เครื่องเป็นต้นไป
- คำสั่งต่างๆ ที่ต้องใช้โปรแกรม
- ตัวอย่างการป้อนข้อมูลและการแสดงผล
- ข้อมูลจากการทดสอบโปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง

3. ขั้นการประยุกต์ใช้ (Instructional Implementation) เป็นการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและประเมินผล โดยนักคอมพิวเตอร์กับครูผู้สอนจะต้องประเมินร่วมกัน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร สมควรที่จะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่

3.1 ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน การนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียนการสอนจะต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้โปรแกรม ดังนี้

3.1.1 โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสาธิตการทดลอง ควรให้ผู้เรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนเข้าทดลองจริง

3.1.2 โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับเสริมการเรียนรู้ ควรจะมีชั่วโมงกิจกรรมสำหรับการใช้โปรแกรม

3.1.3 โปรแกรมที่ใช้เป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น อาจจะต้องต่ออุปกรณ์ขยายภาพไปสู่จอขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นชัดทั่วกันทุกคน

3.2 ประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่สรุปได้ว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไร สมควรจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

3.2.1 การประเมินโดยใช้แบบทดสอบ เพื่อประเมินว่าหลังใช้โปรแกรมนี้แล้ว ผู้เรียน บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน วัดความเข้าใจของเนื้อหา ถ้าผลการทดสอบติดลบหรืออัตราการทำผิดสูงเกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ก็แสดงว่าผู้เรียนไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติมต้องมีการปรับปรุงบทภาพ (Storyboard) หรือวัตถุประสงค์ใหม่

3.2.2 การประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อประเมินในส่วนของโปรแกรมและการทำงานว่า การใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชานี้เหมาะสมหรือไม่ เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรมเป็นอย่างไร วิธีการใช้โปรแกรมยากง่ายอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียน ความถูกต้องของเนื้อหา เอกสารประกอบหรือคู่มือ และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเป็นอย่างไร

1.12 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กระบวนการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย บุคลากรที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเสร็จสมบูรณ์อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้องดังนี้ (ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535 : 69-70)

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา บุคลากรฝ่ายนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ และประสบการณ์ทางด้านออกแบบหลักสูตรการพัฒนาหลักสูตรรวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learner) ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี เรียกว่าเป็น Resource Person ทางด้านหลักสูตร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน บุคคลกลุ่มนี้ หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ในการเสนอในเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ มีความชำนาญ มีประสบการณ์ และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี เป็นต้นว่า มีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งสามารถจัดลำดับความยากง่ายความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหาหรือวิธีการสอน การออกแบบและการสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านการวางแผน การออกแบบบทเรียน อันประกอบด้วยเรื่องการออกแบบและการจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่างๆ การเลือกและวิธีการใช้อักษร กราฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การทำรายงานและสื่อการเรียนการสอน ที่จะทำให้บทเรียนมีทั้งคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บุคลากรในกลุ่มนี้นับได้ว่ามีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นกลุ่มบุคคลที่มีความชำนาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือเป็นโปรแกรมเมอร์โดยตรงทำหน้าที่ในการสร้างสรรค์ผลงานในรูปของบทเรียนคอมพิวเตอร์หรือให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการเลือกใช้โปรแกรม Authoring System การใช้อุปกรณ์ประกอบ การแก้ไขโปรแกรม รวมทั้งการทำเอกสารประกอบบทเรียน

1.13 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ในระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่า หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดย การประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 295 - 298) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (transitional behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆ พฤติกรรม ที่เรียกว่า "กระบวนการ" ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (terminal behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำงาน การประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จาก

การทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน นั่นคือ E_1 / E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากชุดการสอนแล้วผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80 % และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งไว้ที่ 80/80 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ที่ 70/70 , 75/75

วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพทำได้ดังนี้

1. โดยใช้สูตร

สูตรที่ 1 $E_1 = \left[\frac{\sum X / N}{A}\right] \times 100$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน

N = จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2 $E_2 = \left[\frac{\sum F / N}{B}\right] \times 100$

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพดังกล่าวข้างต้น จะนำคะแนนแบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรม และคะแนนสอบหลังเรียนมาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1 / E_2

ค่า E_1 คือ ค่าประเมินประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกหัดนั้น กระทำได้โดยเอาคะแนนของงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบสัดส่วนเป็นร้อยละ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ผลลัพธ์ที่ได้มักจะใกล้เคียงและห่างกันไม่เกิน 5 % ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ ก่อนจะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งคือการที่นักเรียนจะสอบไล่ได้เท่าใดนั้นนักเรียนมีความรู้จริงหรือทำได้เพราะเดาสุ่ม เมื่อมีการรายงานคะแนนเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น 78/83 จะทำให้เราทราบว่านักเรียนทำงานและแบบฝึกหัดทั้งปีได้ 78 % และสอบไล่ได้ 83 % เป็นการยืนยันการเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนที่ค่อนข้างแน่นอน

ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ เมื่อผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นเป็นแบบแล้วต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. แบบเดี่ยว (1 : 1) คือ ทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้จะ

ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้ E_1 / E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. แบบกลุ่ม (1 : 10) คือ ทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (คละผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ E_1 / E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. ภาคสนาม (1 : 100) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำจากเกณฑ์เล็กน้อย ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์ สมมติว่าเมื่อทดสอบประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประสิทธิภาพ 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ถ้าตั้งไว้ 75/75 เมื่อผลการทดลอง 83.5/85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

1.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยต่างประเทศ

เทอร์เนอร์ (Turner. 1985 : 3641-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินเกี่ยวกับผลของการเรียนเป็นคู่ของนักเรียนในการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกปฏิบัติโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คน ต่อ 1 เครื่อง สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกปฏิบัติโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง และกลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คน ต่อ 1 เครื่อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บราวน์ (Brown. 1993 : 2080-A) ได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนแบบTutorial สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นฐานฟังก์ชัน แคลคูลัส ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ขั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การคิดแก้ปัญหา และมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน แคลคูลัสได้ดีขึ้น

ปาร์ค (Park. 1993 : 119-A) ได้ศึกษาวิจัยการประเมินผลวิชาแคลคูลัสและคณิตศาสตร์ (Calculus & *Mathemtica course*) (C & M) ที่มีการปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ให้เรียนวิชาแคลคูลัสดังกล่าวกับกลุ่มควบคุมที่ให้เรียนวิชาแคลคูลัสตามปกติที่ University of Illinois สหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีเข้าใจเชิงมโนมติในเนื้อหาวิชาแคลคูลัสดีกว่ากลุ่มควบคุม

ฟรีเดนเบอร์ก (Fredenberg. 1994 : 59-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์โดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเสริมการเรียนกับการเรียนตามปกติ โดยทดลองกับนักศึกษาที่ Montana State University สหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเสริมในห้องปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนตามปกติและมีการบ้านเสริมการเรียน ผลการศึกษาสรุปว่า

ทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญ และทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ในทางปฏิบัติสูงในระดับเดียวกัน

คูมาร์ (Kumar. 1994 : 43) ทำการวิจัยเรื่อง " การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัด วิชาคณิตศาสตร์โดยนักเรียนไม่ต้องเรียนในชั้นเรียนพิเศษ" ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 15 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการฝึกและการทำแบบฝึกหัด โดยทั้ง 2 กลุ่มมีการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียนในระยะเวลา 5 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีระดับคะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุม

งานวิจัยในประเทศ

กฤษณา สมะวรรธนะ (2538 : 97) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีค่า 93.09 / 94.06 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทดสอบหลังเรียนไปแล้ว 10 วัน ไม่แตกต่างจากการทดสอบทันทีเมื่อการเรียนเสร็จสิ้นลง

นิ่มนวล บุญยะดิเรก (2539 : 49) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ ผลปรากฏว่า

1. โปรแกรมคณิตศาสตร์ช่วยสอน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเรขาคณิตมีประสิทธิภาพ 83.80/84.40
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปเรขาคณิต ที่เรียนโดยการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญญา เพียรสวรรค์ (2540 : 66-67) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามขั้นตอนการพัฒนา 14 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยที่ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวมเท่ากับ 74.67 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เฉพาะจุดประสงค์ปลายทางทั้ง 4 ข้อ เป็น 81.00,73.67, 75.00, และ 72.88 ตามลำดับ
2. นักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนตั้งใจเรียน มีความกระตือรือร้น จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ชอบเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีปกติ มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อินทิรา ชูศรีทอง (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องบทประยุกต์ ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.88 %
2. ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.77
3. ความคงทนในการเรียนรู้ ทดสอบหลังจากการเรียน 15 วัน คะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 2.28 และทดสอบหลังจากการเรียน 30 วัน คะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 3.22 เมื่อเปรียบเทียบกับโค้งการจำของเอ็บบิงเฮ้าส์ ปรากฏ หลังจากการเรียนผ่านไป 15 วัน และ 30 วัน คะแนนความคงทนลดลงร้อยละ 75 และร้อยละ 79 ตามลำดับ
4. ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น อยู่ในประเมินความคิดเห็นด้วยมาก

เข็มทอง บุญทัน (2542 : 55) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเซตและความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สรุปได้ดังนี้

1. เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเซต การทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้เท่ากับ 87.22 / 86.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. เรื่องความน่าจะเป็น ในการทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดสอบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ได้เท่ากับ 87.78 / 86.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ทำให้ผู้เรียนได้รับผลการเรียนรู้ที่สูงกว่าการเรียนปกติ และทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยและยังพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ใช้เวลาเรียนน้อยกว่าการสอนจากครูโดยตรง ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความเป็นนามธรรมและผู้เรียนต้องใช้จินตนาการ แต่ถ้าเราสามารถถ่ายทอดเนื้อหาวิชาต่างๆ ของบทเรียน และเสริมการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและง่ายขึ้น จากผลปรากฏนี้เองจึงนับว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสามารถนำเอามาใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบ

2.1 ความหมายของการสอนแบบค้นพบ (Discovery)

วิธีการสอนแบบค้นพบเป็นวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยาคนสำคัญในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) เช่น เปียเจท์ (Jean Piaget) บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner) และ ออซูเบล (David Ausubel) นักจิตวิทยากลุ่มนี้เชื่อว่า ความรู้เป็นกระบวนการมิใช่ผลิตผล ดังนั้นจึงเน้นกระบวนของการคิดซึ่งเป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในช่วงของการเรียนรู้ของนักเรียน ลักษณะการสอนของครูจึงไม่ได้มุ่งให้นักเรียนท่องจำ แต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีได้ส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้และนักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล อาจกล่าวได้ว่าวิธีการสอนแบบนี้เน้นตัวนักเรียนเป็นสำคัญ (พรรณี

ช. เจนจิต. 2538 : 404-406) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าการค้นพบและวิธีการสอนแบบค้นพบดังนี้

พรรณี ช. เจนจิต (2538 : 386) ได้กล่าวว่าวิธีการสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่นักเรียนได้รับคำแนะนำจากครูอย่างมีขอบเขตจำกัด หรือแทบจะไม่มีเลย เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 65) ได้กล่าวว่า การสอนแบบค้นพบความรู้ คือ วิธีการสอนที่ผู้เรียนค้นพบคำตอบ หรือความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ในรูปแบบที่ผู้เรียนจะเผชิญกับปัญหา ในการแก้ปัญหานั้นผู้เรียนจะใช้ข้อมูล และปฏิบัติในลักษณะตรงกับธรรมชาติของวิชา และปัญหานั้น จึงเป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการ

ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 86) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบค้นพบไว้ 2 ประการดังนี้

1. เป็นวิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ แล้วให้ผู้เรียนเสาะแสวงหาวิธีแก้ปัญหานั้น ผู้สอนให้ผู้เรียนพิจารณาผลที่เกิดขึ้น โดยผู้สอนไม่ได้คาดหวังว่าผู้เรียนจะต้องค้นพบดังที่ผู้สอนต้องการเสมอไป การค้นพบแบบนี้จึงเน้นที่กระบวนการค้นพบไม่ได้เน้นที่ผลของการค้นพบ

2. เป็นวิธีการที่เน้นไปที่ผู้เรียนว่าต้องการให้ค้นพบอะไร เช่น กฎ สูตร หรือ นิยาม ผู้เรียนจะสามารถสรุปมโนคติหรือความคิดรวบยอดได้ การค้นพบแบบนี้เกิดขึ้นโดยวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย วิธีการใดก็ตามที่ผู้เรียนสามารถสรุปหรือกำหนดนัยทั่วไป (Generalization) ได้ก็เรียกว่าการค้นพบ

สุมิตร คุณานุกร (2523 : 141) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบค้นพบ เป็นการสอนที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและการแนะนำของครู วิธีการเรียนด้วยตนเอง ทำได้โดยการถกเถียงปัญหาต่างๆ ในกลุ่มย่อย เพื่อหาทางแก้ปัญหาที่เป็นประเด็นอยู่ หรืออาจเป็นการศึกษาค้นคว้าส่วนบุคคล เพื่อทำรายงานเกี่ยวกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรืออาจวางโครงการในการปฏิบัติต่างๆ

พรรณทิพย์ ม้ามณี (2520 : 167) ได้กล่าวสรุปว่า การสอนแบบค้นพบหมายถึง การสอนที่เด็กได้รับการแนะนำจากครู อย่างมีขอบเขตจำกัด หรือแทบไม่มีเลยซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้เด็กแก้ปัญหา (Problem Solving)

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520 : 25) ได้สรุปความเห็นของพอล อาร์ ทราฟเทน (Paul R. Traften) เกี่ยวกับวิธีการค้นพบว่า วิธีการค้นพบเป็นการแนะให้นักเรียนพบหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองโดยวิธีอุปนัย โดยครูช่วยให้นักเรียนพยายามใช้ความรู้ที่มีอยู่แล้วเป็นแนวทางในการคิดเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ การสอนตามวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามนักเรียนในด้านต่างๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการค้นพบสิ่งที่ต้องการจะรู้ด้วยตนเอง

เบล (Bell. 1978 : 241) ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า การค้นพบหมายถึงการได้ความรู้มาด้วยตนเอง โดยใช้สติปัญญาหรือข้อมูลที่มีอยู่ของบุคคลนั้น การเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของถ่ายโยงข้อมูลของผู้เรียนจนพบข้อมูลใหม่ ซึ่งผู้เรียนอาจใช้วิธีการคาดคะเน การกำหนดสมมุติฐาน หรือหาความเป็นจริงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ขบวนการอุปนัยหรือนิรนัย (Inductive or Deductive Process) การสังเกต และการประมาณการ

เด เซกโก (De Cecco. 1968 : 464) ได้ให้ความหมายของการสอนโดยวิธีการค้นพบว่า หมายถึง สถานการณ์ของการสอน ซึ่งนักเรียนสัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ของการสอนโดยได้รับการแนะนำจากครูเพียงเล็กน้อย

โลว์รี (Lowry. 1967 : 201) ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า เป็นวิธีการสอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง

บรูเนอร์ (Bruner. 1960 : 138) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบค้นพบว่าเป็นขบวนการหรือวิธีการแก้ไขปัญหามากกว่าจะเป็นผลหรือเป็นหัวข้อความรู้เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง ขบวนการค้นพบคือ ความสามารถในการหาข้อสรุปจากแบบฝึกหัด การแก้ปัญหา การฝึกการตั้งคำถามและการทดสอบสมมุติฐาน การเรียนรู้โดยวิธีค้นพบจึงเป็นการเรียนเพื่อการค้นพบ (Learning to Discovery) และการสอนโดยวิธีการค้นพบเป็นการสอนซึ่งให้เด็กได้พบกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เด็กไม่คุ้นเคย และให้เด็กได้ค้นหาวิธีการ หรือแก้ปัญหานั้น

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนได้รู้จักแก้ปัญหา โดยครูให้หลักเกณฑ์และแนะแนวในการแก้ปัญหาเพียงเล็กน้อย เป็นกิจกรรม การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เกิดการค้นพบโดยการกำหนดสถานการณ์ ในรูปที่ผู้เรียนจะต้องเผชิญกับปัญหา เช่น การใช้คำถาม อุปกรณ์ สื่อต่างๆ เป็นต้น เป็นวิธีการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนทำการค้นหาด้วยตนเองเป็นหลัก

2.2 ลักษณะและรูปแบบของการสอนแบบค้นพบ

บิกส์ (Biggs. 1968 : 217) ได้แบ่งลักษณะการสอนของวิธีการสอนแบบค้นพบ ออกเป็น 5 วิธี คือ

1. การค้นพบโดยบังเอิญ (Fortuitous Discovery) เป็นการสอนที่ครูไม่ชี้แนะให้ ไม่ว่ากรณีใดๆ แต่นักเรียนจะค้นพบจากการศึกษาด้วยตนเอง

2. การค้นพบจากการจัดสถานการณ์ของครู (Free and Exploratory Discovery) ซึ่งครูจะจัดเตรียมอุปกรณ์และกำหนดสถานการณ์ที่จำเป็นให้ไม่มีการซักถาม นักเรียนใช้อุปกรณ์ตามที่กำหนดให้

3. การค้นพบจากการแนะแนวทาง (Guided Discovery) เป็นการสอนที่ครูจัดเตรียมคำถามเริ่มต้น ลักษณะของการถามเป็นการถามให้นักเรียนคิด บางครั้งอาจจะมีอุปกรณ์ประกอบด้วย

4. การค้นพบโดยการชี้แนะ (Directed Discovery) เป็นการสอนที่ครูชี้แนะแนวทางให้ค้นพบสิ่งที่ต้องการจะสอน

5. การค้นพบจากโปรแกรม (Programmed Discovery) มีลักษณะคล้ายการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งมีบัตรงานสั่งให้นักเรียนทำไปตามขั้นตอน

ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal และคณะ. 1970 : 159) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการสอนแบบค้นพบดังนี้

1. พิจารณาแยกแยะและสำรวจปัญหาเพื่อทำความเข้าใจปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานที่จะใช้แก้ปัญหา

3. ทดลองและรวบรวมข้อมูลที่ใช้แก้ปัญหา

4. เลือกเฟ้นวิธีการแก้ปัญหาที่ทดลองแล้ว โดยทดสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. คัดวิธีแก้ปัญหาที่ไม่อาจพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ออกไป แล้วสรุปผลความเป็นจริง

กอร์แมน (พรรณี ช. เจนจิต. 2538 : 388-389 ; อ้างอิงจาก Gorman. 1972 : *A guide for Teachers.*) ได้แบ่งลักษณะของการสอนแบบค้นพบออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แบบอุปนัย (Inductive) เป็นกระบวนการซึ่งสรุปสิ่งที่เห็นว่า สิ่งที่เป็นจริงในเวลาหนึ่งจะเป็นจริงในสถานการณ์ที่คล้ายกันตลอดเวลา

2. แบบทดลอง (Experimental) เป็นการสรุปกฎเกณฑ์ซึ่งได้มาจากการสังเกตข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์ติดต่อกันไปเรื่อยๆ มีลักษณะลองผิดลองถูก

3. แบบโต้ตอบ (Dialectical) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผล โดยทั่วไปจะใช้วิธีการถาม-ตอบ เพื่อที่จะพิจารณาตัดสินความเที่ยงตรงของสิ่งนั้นๆ

สำหรับวิธีการสอนแบบค้นพบทั้ง 3 แบบ เปียเจท์ (Piaget) มีความเห็นว่า แบบอุปนัยและแบบทดลอง เหมาะสำหรับเด็กที่มีพัฒนาการทางด้านสติปัญญา อยู่ในขั้นปฏิบัติการความคิดเชิงรูปธรรม (Concrete Operation) แต่ก็สามารถนำไปใช้กับเด็กที่มีพัฒนาการทางด้านสติปัญญา อยู่ในขั้นปฏิบัติการความคิดเชิงนามธรรม (Formal Operation) ได้ ถ้าสิ่งที่นำมาให้เด็กเรียนนั้นเป็นสิ่งใหม่สำหรับเด็กจริงๆ ส่วนแบบโต้ตอบ เหมาะสำหรับเด็กที่มีพัฒนาการทางด้านสติปัญญา อยู่ในขั้นปฏิบัติการความคิดเชิงนามธรรม ซึ่งสามารถคิดหาเหตุผลและตั้งสมมติฐานโดยที่ในระดับนี้ เน้นเกี่ยวกับการพิสูจน์ให้เห็นจริง

คูเนย์ เดวิส และเฮนเดอร์สัน (Cooney , Davis and Henderson. 1975 : 205) ได้แบ่งลักษณะการสอนของวิธีการสอนแบบค้นพบออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การค้นพบจากการแนะแนวทาง (Guided Discovery) เป็นการสอนที่ครูพยายามจะดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนออกมาใช้ โดยอาศัยคำถามหรือการอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างดี เพื่อนำเด็กไปสู่การค้นพบ ความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์ต่างๆ

2. การค้นพบอย่างแท้จริง (Pure Discovery or Unguided Discovery) เป็นการสอนซึ่งครูคาดหวังว่า นักเรียนควรจะเข้าใจถึงความคิดรวบยอด หรือหลักการต่างๆ ด้วยตนเอง อาจจะอาศัยการแนะนำบ้างเพียงส่วนน้อยหรือไม่ต้องแนะนำเลย ยกเว้นการอธิบายเกี่ยวกับคำศัพท์หรือข้ออ้างอิง

คลาร์ค และสตาร์ (Clark and Starr. 1967 : 231) ได้สรุปลักษณะการสอนแบบค้นพบคือ การที่ครูเตรียมทุกสิ่งทุกอย่างเท่าที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนดึงเอาข้อวินิจฉัยจากข้อมูลที่กำหนด โดยใช้ความคิดแบบตรรกศาสตร์ การอุปมานหรือการอนุมานแล้วแต่กรณี โดยทั่วไปการสอนแบบค้นพบ มักจะมีรูปแบบ (Model) ดังนี้

1. เลือกหลักการใดหลักการหนึ่งหรือหลายๆ หลักการ

2. สร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

3. จัดประสบการณ์เพื่อที่จะทำให้ได้รายละเอียดที่จำเป็นระหว่างการแก้ปัญหา เช่น คำถาม การสาธิต เป็นต้น

4. จัดประสบการณ์ที่จะทำให้ได้รายละเอียดที่ขัดแย้งออกมา

5. สรุปหลักการหรือความคิดรวบยอด (Concept)

6. ประยุกต์หลักการหรือความคิดรวบยอดมาใช้ในการแก้ปัญหา

การสอนโดยการค้นพบเป็นการสอนที่เน้นไปที่ตัวนักเรียน วิธีนี้จะต้องพิจารณาถึงการตอบสนองของนักเรียน บทบาทของครูเป็นเพียงแนะผู้เรียนให้เชื่อมโยงความคิดใหม่ๆ ให้เข้ากับสิ่งที่เขาได้สะสมไว้แล้วจากประสบการณ์ในการเตรียมบทเรียนการค้นพบ

หลังจากที่ครูเสนอสถานการณ์แล้ว ก็ควรจะกระตุ้นการคิดของนักเรียนด้วยการถามแบบปลายเปิด ครูจะต้องให้กำลังใจแก่นักเรียน เช่น กล่าวว่า นั่นเป็นความคิดที่ดี เกือบถูกแล้ว ถูกต้องดีแล้ว ลองคิดอันนี้ต่ออีกซิ ฯลฯ การกล่าวเช่นนี้ จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากคิดต่อ และนำไปสู่ผลสรุปตามที่ครูต้องการ

ยุพิน พิพิธกุล (2519 : 69-70) ได้จัดประเภทคำถามไว้ดังนี้

1. คำถามขั้นการสังเกต (Observation Question) เป็นคำถามที่ถามหารายละเอียดทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ เพื่อเก็บรวบรวมผลจากการทดลอง รูปภาพโจทย์ปัญหาต่างๆ

2. คำถามขั้นการอธิบาย (Explanation Question) คำถามแบบนี้ผู้ตอบต้องอาศัยความรู้จากข้อมูลที่สังเกตได้ และความรู้เดิมที่มีอยู่ คำถามขั้นอธิบายนี้ อาจอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลหรือหลักการต่างๆ คำถามขั้นนี้ต้องอาศัยการเปรียบเทียบ

3. คำถามขั้นการทำนาย (Prediction Question) เป็นคำถามที่ถามในรูปของการอธิบายหรือคาดเดาผลที่เกิดขึ้นในอนาคต คำถามแบบนี้อาศัยความสัมพันธ์ที่มีอยู่ในอดีตและปัจจุบันเป็นแนวทางในการทำนาย

4. คำถามขั้นการควบคุมและการนำไปใช้อย่างสร้างสรรค์ (Control and Creativity Question) หมายถึงคำถามที่ตั้งขึ้นอยู่ในรูปของความพยายามที่จะนำความรู้หรือกฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ที่ค้นพบจากการอธิบายและขั้นการทำนายมาใช้เพื่อแก้ปัญหาโจทย์ อธิบายสถานการณ์ใหม่ๆ และวางแผนเพื่อทดสอบสมมติฐาน

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520 : 25) กล่าวถึงลักษณะของการสอนแบบค้นพบมีดังนี้

1. เด็กได้รับการส่งเสริมให้คิดหาคำตอบด้วยตนเอง

2. เด็กได้ใช้ความพยายามคิดหาคำตอบหลายๆ วิธีโดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจและความคิดรวบยอดในทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม

3. เด็กมีโอกาสได้ใช้ความคิด สังเกตความสัมพันธ์และทดลองหลายๆ อย่างจนพบคำตอบ

4. เด็กจะเกิดความอยากรู้ อยากเห็น อยากลงมือกระทำ เพราะปัญหายั่วยุและท้าทาย

5. เด็กได้รับการส่งเสริมให้พบกฎเกณฑ์ กระบวนการของคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และมีความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง

6. ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำตามความจำเป็น และให้เด็กคิดตามวิธีการของเด็กเองจนกระทั่งพบคำตอบ

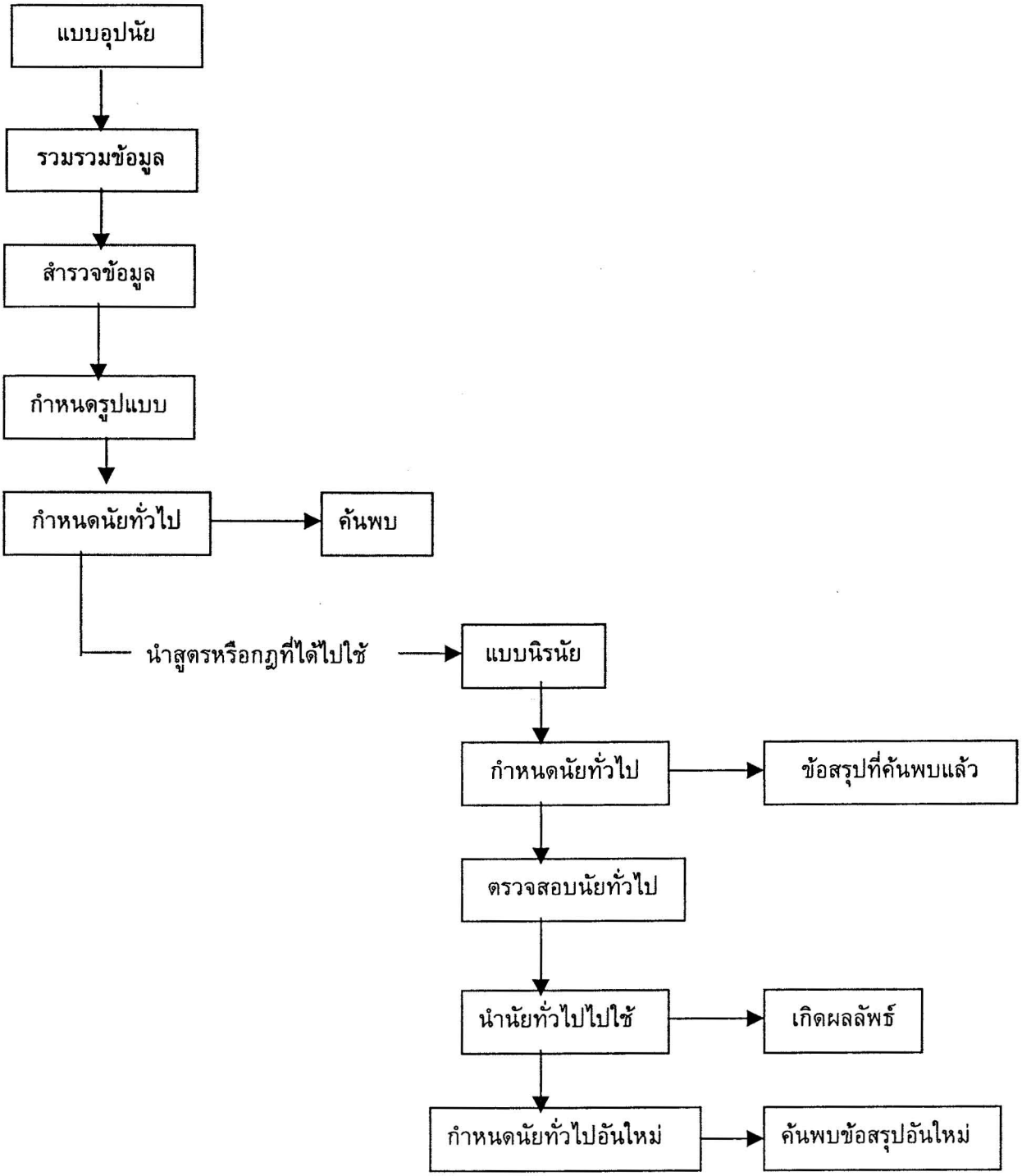
2.3 วิธีการดำเนินการสอนแบบค้นพบ

คูเนย์, เดวิส, และเฮนเดอร์สัน (Cooney Davis and Handerson. 1975 : 142-173) ได้กล่าวถึงกลวิธีการสอนแบบค้นพบว่า ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้กลวิธีการสอนแบบค้นพบได้ 2 แบบ คือ กลวิธีค้นพบแบบอุปนัย (Inductive Discovery Strategies) กับกลวิธีแบบนิรนัย (Deductive Discovery Strategies) กล่าวคือ

กลวิธีค้นพบแบบอุปนัย (Inductive Discovery Strategies) เป็นการสอนจากส่วนย่อยไปหาส่วนรวม ซึ่งนักเรียนใช้เหตุผลจากตัวอย่างต่าง ๆไปสนับสนุนให้นักเรียนพบข้อสรุป โดยใช้ความรู้สึกนึกคิดของตนเอง (และเหตุผลทางตรรกวิทยาบางอย่าง) เพื่อมากำหนดข้อสรุป สิ่งที่นักเรียนพบจากการสังเกตของนักเรียน

กลวิธีแบบนิรนัย (Deductive Discovery Strategies) เป็นการสอนจากส่วนรวมไปหาส่วนย่อย ซึ่งนักเรียนให้ความคิดรวบยอดและหลักการคณิตศาสตร์ นิยาม ทฤษฎี โดยใช้เหตุผลทางตรรกวิทยา (และความรู้นึกคิดบางอย่าง) เพื่อกำหนดข้อสรุปความคิดเชิงนามธรรม หรือพบข้อสรุปอื่น

จะเห็นได้ว่าวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยนั้นมีวิธีการสอนที่แตกต่างกัน แต่เราสามารถนำวิธีการสอนทั้งสองวิธีมาใช้รวมกัน เพื่อนำไปสู่การค้นพบได้เช่นกัน แต่เป็นการค้นพบตามแนวทางที่ต่างกัน วิธีการสอนแบบอุปนัยจะค้นพบแนวทางแรก แล้วเอาผลนั้นมาใช้กับวิธีการสอนแบบนิรนัยและทำให้ค้นพบแนวทางที่สอง ดังภาพประกอบ 10 ต่อไปนี้ (ยุพิน พิพิธกุล. 2524 : 19)



ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนแบบอุปนัย และนิรนัยไปสู่การค้นพบ (ยุพิน พิพิธกุล. 2524 :19)

วิธีการสอนแบบค้นพบอีกแบบหนึ่ง คือ การค้นพบแบบกลุ่มเล็กๆ (Small – group discovery) โดยรวมนักเรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ กลุ่มละ 3-4 คน นักเรียนในแต่กลุ่มจะทำงานร่วมกันช่วยเหลือกัน และเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ ปัญหาใหม่จะไม่ลงมือทำจนกว่าทุกๆ คนในกลุ่มจะเข้าใจถึงการแก้ปัญหานั้นได้ ครูอาจให้คำแนะนำที่จำเป็นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จ

พรรณี ช. เจนจิต. (2538 :393-396) สรุปการจัดการสอนของ บรูเนอร์(Bruner) ว่าเป็นการค้นพบแบบแนะแนวทางโดยที่มีการจัดเค้าโครง (Structure) และมีการจัดประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้เกิดการหยั่งรู้ (Intuitive thinking) ในชั้นเรียน ซึ่งบรูเนอร์ (Bruner) ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของ "เค้าโครง" ในการสอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นพื้นฐาน จะช่วยให้เข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น
2. จัดสิ่งเรียนให้เป็นระเบียบ จะช่วยให้จำสิ่งที่เรียนไปได้นาน
3. ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ หรือความคิดที่เป็นพื้นฐานจะเป็นทางนำไปสู่การค้นพบการเรียนแบบ "การถ่ายโยงความรู้"
4. การจัด "โครงสร้าง" จะช่วยให้การเรียนต่อเนื่องกัน ไม่มีช่องว่างระหว่างความรู้ที่เป็นพื้นฐานกับความรู้ในขั้นสูง

เทคนิคต่างๆ ที่บรูเนอร์ (Bruner)ใช้เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนแบบค้นพบคือ

1. เน้นความแตกต่าง เพื่อกระตุ้นให้คนมีเรื่องที่จะอภิปราย
2. กระตุ้นให้มีการเดาและหาเหตุผล หลังจากนั้นจึงอธิบายเพื่อให้ข้อมูลในสิ่งที่ถูก
3. กระตุ้นให้มีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยใช้เกมหรือกิจกรรมที่เด็กแต่ละคนจะมีส่วนร่วมมากที่สุด หัดให้เด็กสังเกต รวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมุติฐานด้วยตนเอง
4. กระตุ้นให้เด็กตระหนักถึงวิธีการแก้ปัญหา

2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบค้นพบ

จากการค้นคว้า พอจะสรุปได้ข้อดีและข้อเสียของวิธีการสอนแบบค้นพบได้ดังต่อไปนี้ (Ausubel. 1968 : 139-168 ; Cooney, Davis and Henderson. 1975 : 168-169 ; โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์. 2520 : 27 ; ยุพิน พิพิธกุล. 2530 : 88 ; บุญชม ศรีสะอาด. 2537 : 66 ; พรรณี ช. เจนจิต. 2538 : 390-391)

ข้อดี

1. ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เกิดความเข้าใจและสามารถจำได้นาน
2. ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียน
3. นักเรียนมีความมั่นใจ เพราะนักเรียนเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างเข้าใจจริง
4. การเรียนรู้ด้วยการค้นพบก่อให้เกิดแรงจูงใจ ความพอใจต่อการเรียนสูง
5. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ถูกกำหนดโดยครู
6. ทักษะที่เรียนจากการค้นพบ จะถ่ายทอดไปยังการเรียนเรื่องใหม่ได้โดยง่าย
7. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่มและรายบุคคล เพื่อที่จะหาข้อสรุปได้

8. เด็กมีอิสระในการคิด ได้รับการส่งเสริมให้ค้นพบ และทดสอบสูตร และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

9. ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้พลังงาน ใช้ความคิดของตนเองอันเป็นสิ่งเร้าให้เด็กมีกำลังใจอยากเรียน อยากทำ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ถ้าผู้สอนไม่รู้จักวิธีการสอนอย่างถ่องแท้ก็จะทำให้เสียเวลา เพราะเนื้อหาการสอนคณิตศาสตร์แต่ละเรื่องนั้น จะต้องรู้จักเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสม

2. ถ้าผู้สอนให้ผู้เรียนค้นพบโดยวิธีการสอนแบบอุปนัย ถ้ายกตัวอย่างไม่เพียงพอ ผู้เรียนก็ไม่สามารถค้นพบและหาข้อสรุปได้

3. ใช้เวลามาก

4. ผู้เรียนบางคนไม่สามารถค้นพบความรู้ตามที่คาดหวังไว้

5. ผู้เรียนท้อถอยเบื่อหน่าย

6. ไม่เหมาะกับชั้นเรียนที่นักเรียนมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันมาก เพราะผู้เรียนช้าจะเกิดความท้อแท้ใจเมื่อเห็นเพื่อนในห้องทำได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบ

งานวิจัยต่างประเทศ

โรเบิร์ตสัน (Robertson. 1970 : 5278-A) ได้ศึกษาผลการสอนหลักเกณฑ์ และ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์จากการสอน 2 แบบ คือ แบบค้นพบโดยมีการแนะ และแบบบรรยาย กับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 374 คน ครู 13 คน จากโรงเรียน 4 โรงเรียนในพิทสเบอร์ก รัฐเพนซิลวาเนีย ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. เจตคติของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มดีขึ้น แต่จากการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของเจตคติพบว่า เจตคติของกลุ่มที่สอนแบบค้นพบ โดยมีการแนะนำดีกว่าเจตคติของกลุ่มที่สอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. กลุ่มที่สอนแบบบรรยายมีความสามารถในการคำนวณดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบค้นพบโดยมีการแนะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งการทดสอบหลังการเรียน และการทดสอบความคงทนของการเรียนรู้

3. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเกี่ยวกับมโนคติ การนำไปใช้หลักเกณฑ์ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์จากการสอบหลังการเรียน และจากการสอบวัดความคงทนของการเรียนรู้พบว่า กลุ่มที่สอนแบบค้นพบ โดยมีการแนะมีความสามารถในการนำไปใช้ได้ดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

คูห์ฟิตติก (Kuhfittig. 1972 : 1323-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้แบบค้นพบที่สัมพันธ์กับการสอนแบบใช้รูปธรรม และนามธรรมในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 40 คน ในมลรัฐ Tennessee สรุปได้ผลดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบครั้งหลัง ในกลุ่มรูปธรรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มนามธรรม สำรับนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีความสามารถระดับสูง

2. สำหรับกลุ่มแนะแนวการค้นพบระดับกลาง (ใช้วิธีตั้งคำถาม) ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ใช้วัสดุการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ แต่ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มแนะแแนวค้นพบระดับสูง

3. คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีความสามารถต่ำที่ได้รับการสอนแบบแนะแนว การค้นพบระดับกลางสูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถต่ำที่ได้รับการสอนแบบแนะแนวการค้นพบระดับสูง

4. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในเรื่องวิธีสอนสำหรับข้อสอบวัด Retention

5. คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งหลังสุด (posttest scores) สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับคะแนนเฉลี่ยของคะแนน Retention test

คีส (Keese. 1972 : 1589-1590-A) ได้ศึกษาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบและแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 31 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยวิธีค้นพบ และกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยายผลการทดลอง สรุปได้ดังนี้

1. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบมีผลกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ

3. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง สอนโดยวิธีการค้นพบสูงกว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงที่สอนโดยวิธีบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ

5. ภายในกลุ่มที่สอนโดยวิธีค้นพบ หรือวิธีบรรยายไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญในด้านผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ และกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงจะสูงกว่ากลุ่มต่ำ

ในด้านทัศนคติ ได้ข้อสรุป คือ

1. ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง และต่ำ สอนโดยวิธีค้นพบดีกว่าทัศนคติของกลุ่มที่สอนโดยวิธีบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ

2. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านทัศนคติระหว่างกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำ ที่สอนโดยวิธีค้นพบ หรือวิธีบรรรยาย

3. ทัศนคติของนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยวิธีค้นพบดีกว่าวิธีบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ

4. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้านทัศนคติระหว่างกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ

แม็ค เครียรี (Mc. Creary. 1975 : 4432-A) ได้ทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์ แก่นิสิตที่เรียนวิชาพีชคณิต จำนวน 81 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ แบบที่ใช้

บทเรียนโปรแกรมแบบค้นพบโดยมีการแนะนำ และแบบบรรยายที่ใช้พิจารณาจากคะแนนของนิสิตทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันในด้านการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แต่ถ้าจุดมุ่งหมายของการสอนมุ่งพัฒนาทักษะทางการคำนวณ การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมจะได้ผลดีที่สุด

สมิธ (Smith. 1976 : 5879-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ แบบแนะนำให้ค้นพบ แบบบรรยาย และแบบโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (โดยคละที่มีระดับเฉลี่ยพอๆ กัน) สอนวิชา Mathematics 1 แต่ละกลุ่มใช้วิธีสอนต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 มี 20 คน ใช้วิธีสอนแบบแนะนำให้ค้นพบ กลุ่มที่ 2 มี 26 คน ใช้วิธีสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ 3 มี 17 คน ใช้วิธีสอนแบบโปรแกรมที่ครูสร้างขึ้น ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลของการวิจัยสรุปว่า ยังไม่มีข้อยืนยันที่ชัดเจนพอที่จะสรุปลงไปว่าวิธีสอนแบบแนะนำให้ค้นพบหรือแบบโปรแกรม จะดีกว่าวิธีสอนแบบบรรยายหรือไม่ แต่จากการสังเกตความสนใจที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกห้องเรียนต่อวิธีการสอนแบบแนะนำให้ค้นพบว่ามีมากกว่า ทั้งความก้าวหน้าของนักศึกษาที่แสดงออกมาให้เห็นทางด้านการแก้ปัญหา น่าจะเป็นข้อสนับสนุนที่หนักแน่นว่าวิธีสอนแบบแนะนำให้ค้นพบเป็นวิธีที่ดีกว่า

จอร์ดี (Jordy. 1976 : 3479-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้เนื้อหา SSMCIS II และ III (Second School Mathematics Curriculum Improvement Study) โดยใช้บทเรียนแบบค้นพบที่เรียนเป็นหน่วยย่อย กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 2 ห้อง จากโรงเรียนในเมือง Montgomery มลรัฐ Maryland ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้ตามบทเรียนค้นพบย่อย 10 บท ซึ่งเนื้อหาตาม 4 บทแรกของ Unified Mathematics II อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้ตำราธรรมดา ปรากฏผลการทดลองดังนี้

1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย

1.2 กลุ่มทดลองมีทัศนคติในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

1.3 ในด้านความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมได้คะแนนไม่แตกต่างกัน

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 3 ห้องจาก 3 โรงเรียนแต่ละห้องใช้ครูสอนคนละคน มี 2 ห้องเป็นกลุ่มทดลองใช้บทเรียนแบบค้นพบย่อยตามเนื้อหา 4 บทแรกของ Unified Mathematics III ห้องที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้ตำราธรรมดาได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 สำหรับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ กลุ่มทดลองทำได้ถูกต้อง 3 ใน 4 ของนักเรียนทั้งหมด ส่วนกลุ่มควบคุมทำถูกเพียงครึ่งหนึ่ง

2.2 ทัศนคตินักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม จากการตอบแบบสอบถาม นักเรียนชอบเรียนบทเรียนแบบค้นพบย่อยมากกว่าจะเรียนแบบให้ครูบรรยายหน้าชั้น

พีโลซี (Pelosi. 1979 : 142-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 151 คน ที่เลือกเรียนแคลคูลัส แบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองสอนแบบค้นพบ และกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่สอนแบบค้นพบ และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่ได้รับการสอนแบบค้นพบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไฮแอท (Hiatt. 1980 : 3589-A) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้บทเรียนแบบค้นพบโดยเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ ผลของการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้การทดลองสอนโดยใช้บทเรียนแบบค้นพบทำให้ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไป

แคกไลริส (Caglieris.1991 : 4050-A) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนแบบค้นพบเป็นกลุ่มเล็ก ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านความรู้ความจำ และความรู้ที่เกิดขึ้นภายหลัง ของนักเรียนในระดับเกรด 8 จำนวน 57 คน โดยแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล กลุ่มที่ 2 แก้ปัญหาเป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนแบบค้นพบเป็นกลุ่มเล็ก

ผลของการวิจัย ปรากฏวิธีการสอนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนทุกกลุ่มเกิดการค้นพบด้วยตนเอง และนักเรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหามากขึ้น และนักเรียนเชื่อว่าการสอนแบบปกติต้องใช้ความจำมากกว่าการสอนแบบแก้ปัญหา นักเรียนทุกกลุ่มมีความอุตสาหะและความตั้งใจเรียนมากขึ้น

อีเมส (Emese.1993 : 450-A) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีการค้นพบแบบแนะแนวทาง และการใช้ Graphing Calculator ในเรื่องแคลคูลัสเชิงอนุพันธ์ ของนักศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ใช้ Graphing Calculator โดยการสอนด้วยวิธีการค้นพบ

กลุ่มที่ 2 ใช้ Graphing Calculator โดยไม่ใช้การสอนแบบค้นพบ

กลุ่มที่ 3 สอนตามปกติ

ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่ 1 สามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง 47% ของคำถามจากใบงาน ซึ่งไม่เคยรู้คำตอบมาก่อน และค้นพบคำตอบเพิ่มอีก 22 % จากใบงานที่มีการชี้แนะจากเพื่อน หรือจากครูผู้สอน นักศึกษามากกว่า 75% หาคำตอบจากคำถามทั้งที่มีการชี้แนะและไม่ชี้แนะด้วยตนเอง นักศึกษาส่วนมาก 88 % เสนอผู้สอนควรสอนแบบค้นพบบ้าง (30%) จากการทดสอบก่อนเรียนพบว่าวิธีการสอนทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งทางด้านทักษะการคำนวณ ความคิดรวบยอด การถ่ายโยง ไม่ว่าภูมิหลังการเรียนแคลคูลัสจะเป็นอย่างไร และไม่มีวิธีการสอนใดเหนือกว่าวิธีการสอนอีกวิธีหนึ่ง

บาร์ทเล็ท (Bartlett.1994 : 4381-A) ได้ศึกษาการปรับปรุงการทำงานด้านคณิตศาสตร์และลดความวิตกกังวลของนักเรียนในด้านคณิตศาสตร์ โดยการสอนด้วยวิธีการค้นพบแบบแนะแนว

ทางร่วมกับการใช้เทคนิคจากมาตรฐานหลักสูตร และมาตรฐานการประเมินคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยทดลองในปี 1992 ที่มหาวิทยาลัย Brenau

รูปแบบการวิจัยใช้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยใช้กลุ่มทดลอง 27 คน สอนโดยวิธีการค้นพบแบบแนะแนวทาง ที่รวมหลักการศึกษาผู้ใหญ่และหลักการมาตรฐานคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยเปรียบเทียบกับปี 1991 ที่ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวน 53 คน รูปแบบการวิจัยทางปริมาณได้ใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการทดลองโดยปรับปรุงการทำงานด้านคณิตศาสตร์และลดความวิตกกังวลของนักเรียน

การวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้การประเมินจากความคิดเห็นของนักเรียนและวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน จากแบบทดสอบทุกรายสัปดาห์ สัมภาษณ์ และติดตามผล ในปี 1993 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มากกว่า และมีความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์น้อยลง และมีความเชื่อมั่นในความสามารถทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

วิธีการผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แสดงให้เห็นว่า การสอนค้นพบแบบแนะแนวทางมีประสิทธิภาพมากในการปรับปรุงผลงานทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาผู้ใหญ่และมีประสิทธิภาพปานกลางสำหรับนักเรียนปกติ

สมิธ (Smith.1996 :4691-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตามเพศ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนแบบค้นพบด้วยกราฟิก ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสมการเชิงเส้น โดยใช้เวลา 4 สัปดาห์ (21 วัน) เป็นเวลา 50 นาที โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 25 คน เรียนโดยวิธีการค้นพบแบบอุปนัย และกลุ่มควบคุม 25 คน เรียนแบบปกติโดยใช้วิธีนิรนัย โดยทั้ง 2กลุ่มใช้กราฟิกทางด้านคอมพิวเตอร์เหมือนกัน

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์สูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เพศ และจำนวนครั้งที่ทดสอบไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เพศ และจำนวนครั้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับจำนวนครั้งที่ทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์และเจตคติหลังการทดลองสูงขึ้น แต่จากการทดสอบครั้งที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของกลุ่มควบคุมมีคะแนนลดลงมากกว่ากลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยภายในประเทศ

ทรงศักดิ์ นิธิปรีชา (2523 : 73) ได้ศึกษาถึงกลวิธีที่แตกต่างกันในการสอนเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการชั้นสูง วิทยาลัยครูบุรีรัมย์ โดยผู้ทำการวิจัยทำการสอน 10 คาบๆ ละ 50 นาที ผลของการวิจัยปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากการสอนแบบค้นพบ กับการสอนแบบบรรยายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคงทนทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลองกับการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 2 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. แนวโน้มของนักศึกษาส่วนใหญ่ มีเจตคติที่ดีต่อวิธีสอนแบบค้นพบมากกว่าแบบบรรยาย

ศิวพร เชษฐธง (2523 : 64) ได้ศึกษาถึงผลของความแตกต่างของวิธีสอนคณิตศาสตร์สองแบบคือ วิธีสอนแบบค้นพบและวิธีสอนแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา จำนวน 24 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบ สูงกว่าวิธีสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มความสามารถสูงและต่ำเมื่อได้รับการสอนทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มความสามารถสูงมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มความสามารถต่ำ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชายและหญิง เมื่อได้รับการสอนทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน มีปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริพร พัสดร (2524 : 60) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบค้นพบกับวิธีการสอนแบบบรรยาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบค้นพบสูงกว่าวิธีสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปราโมทย์ บุญญสิริ (2525 : 71) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของวิธีการสอนแบบบรรยายและแบบค้นพบในการสอนการแยกตัวประกอบกับนักเรียนกลุ่มความสามารถสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 37 คน เป็นชาย 18 คน และหญิง 19 คน พบว่า วิธีการสอนแบบบรรยายและวิธีการสอนแแบบค้นพบให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิธีการสอนแบบค้นพบให้ผลสัมฤทธิ์ดีกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน วิธีการสอนแบบค้นพบมีความคงทนในการเรียนรู้ดีกว่าวิธีการสอนแบบบรรยาย นักเรียนทั้งหมดมีทัศนคติที่ดีต่อวิธีการสอนแบบค้นพบสูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยาย

ไพจิตร สดวกการ (2530 : 50-51) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่อง การแปรผัน โดยใช้เกมประกอบวิธีสอนแบบค้นพบ และนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามหนังสือเรียนของ สสวท. ได้ผลสรุปดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เกมประกอบวิธีการสอนแบบค้นพบ และการสอนตามหนังสือเรียนของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน

2. ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เกมประกอบวิธีการสอนแบบค้นพบ และการสอนตามหนังสือเรียนของ สสวท. แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เกมประกอบวิธีการสอนแบบค้นพบมีพัฒนาการของความสนใจสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการสอนตามหนังสือเรียนของ สสวท.

ปิยะวิฒน์ หวังอารี (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้ผลปรากฏว่า

1. นักเรียนในกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบค้นพบและที่เรียนด้วยแบบบอกให้รู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบบอกให้รู้ทำคะแนนได้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากแบบค้นพบ

2. นักเรียนในกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ทำคะแนนได้สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

3. นักเรียนในกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ซึ่งเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสนอเนื้อหาโดยวิธีการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนในกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสนอเนื้อหาโดยวิธีการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5. วิธีการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

6. ในบรรดานักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบค้นพบนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7. ในบรรดานักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบบอกให้รู้ นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิศาล โพธิ์ทองแสงอรุณ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับแบบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 จำนวน 160 คน วิธีสอน 2 วิธี ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ วิธีการสอนแบบค้นพบ และวิธีการสอนแบบบอกให้รู้ แบบการเรียนแบ่งย่อยออกเป็น 4 แบบ คือ แบบอเนกนัย แบบปรับปรุง แบบคิดเอกนัย และแบบดูดซึม แบ่งโดยใช้มาตรวัดแบบการเรียนของ Kolb ซึ่งปรับปรุงเป็นภาษาไทยโดยพัชรี เกียรตินันทวิมล ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษาที่มีแบบการเรียนต่างกัน เมื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักศึกษาที่มีแบบการเรียนต่างกัน เมื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักศึกษาที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จารุวรรณ ยังรักษา (2542 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องเศษส่วนโดยวิธีการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่มกับรายบุคคล และการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่มกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบ โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นรายบุคคล และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลี บุญถนอม (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบค้นพบโดยใช้เกมกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้เกม กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบค้นพบโดยใช้เกมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบค้นพบโดยใช้เกมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิชญา พุกผาสุข (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง (Guided Discovery) กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง แต่มีครูคอยแนะนำวิธีการต่างๆ นั้นจะได้ผลดีขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ถ้าฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าด้วยตนเอง มีความคิดอย่างอิสระแล้วจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และค้นพบมโนมติด้วยตนเอง ดังนั้นการสอนแบบค้นพบ (Discovery Method) น่าจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการค้นพบข้อเท็จจริง มโนมติ นิยาม หลักการ และสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตัวเองสูงขึ้น

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-685) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (cognitive domain) ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom 's Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านการคำนวณ (computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำ แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (knowledge of specific facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้ สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม (knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์ และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคำนวณ

1.3 ความสามารถในการทำตามขั้นตอน (ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยามหรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (comprehension) ความเข้าใจเป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ขั้น

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (knowledge of concepts) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นโดยใช้คำพูดของตัวเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือตัวอย่างใหม่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปนัยทั่วไป (knowledge of principles, rules and generalizations) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์(knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (ability to transform problem elements from one mode to another) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงขั้นตอน (algorithms) ในการแก้ปัญหาหลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่า พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถคิดตามแนวเหตุผล (ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์(ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (application) การนำไปใช้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือคล้ายกับแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (ability to make comparisons) ความสามารถในการเปรียบเทียบเป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ (ability to analyze data) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบแผน ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (ability to recognize patterns isomorphisms and symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล การระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของสมรรถภาพทางพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมพฤติกรรมส่วนใหญ่ที่บรรยายไว้ในขั้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ หรือการประเมินของบลูม (Bloom) และรวมถึงสิ่งที่เรียกว่า "การค้นคว้าอย่างอิสระ (open search)" ด้วย พฤติกรรมในระดับนี้ประกอบด้วยการแก้ปัญหาที่ไม่เคยแก้มาก่อน ประสบการณ์เกี่ยวกับการค้นพบ และพฤติกรรมสร้างสรรค์ที่เกี่ยวข้องคณิตศาสตร์ พฤติกรรมในระดับนี้แตกต่างจากพฤติกรรมในระดับการนำไปใช้หรือระดับความเข้าใจตรงที่พฤติกรรมในระดับนี้ประกอบด้วยระดับของการของถ่ายโยงไปยังบริบทที่ไม่เคยปฏิบัติมาก่อน การตอบข้อทดสอบในระดับนี้ต้องอาศัยพฤติกรรมการเรียนด้วยตนเองเป็น (heuristic behavior) อย่างมาก วัตถุประสงค์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับการวิเคราะห์ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 ขั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (ability to solve nonroutine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกับความเข้าใจในมโนทัศน์ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความความสัมพันธ์ (ability to discover relationships) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการเพียงแต่นำความสัมพันธ์เดิมที่จำได้มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (ability to construct proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (ability to criticize proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปนัยทั่วไป (ability to formulate and validate generalizations) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการค้นพบสูตร หรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้กรณีทั่วไปได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จัดได้ว่าเป็นเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการสอนอย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้วิจัยสนใจทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ

3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961 : 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตน การแสดงออกทางอารมณ์

แคร์รอล (Carroll. 1963 : 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นนั้น มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะองค์ประกอบเกี่ยวกับตัวนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน รวมถึงองค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคมของนักเรียน และที่ทำให้เกิดผลโดยตรงนี้คือการสอนของครูนั่นเอง

3.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนในระดับประถมศึกษา ซึ่งเรวัตและคุปตะ (Rawat and Cupta. 1970 : 7-9) ได้กล่าวว่าอาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง หรือมากกว่านั้น โดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกในการมีส่วนร่วมกับโรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง

6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่นๆ เช่นการคมนาคมไม่สะดวก

สำหรับนักเรียนที่อ่อนวิชาคณิตศาสตร์นั้น วัชรี บูรณสิงห์ (2525 : 435) ได้กล่าวว่าเป็นนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q) อยู่ระหว่าง 75-90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซนต์ไทล์ ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนอื่นๆ
3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ
4. จำหลักหรือมโนมติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งของต่างๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป
7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย สังเกตจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์
9. มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเองและบางครั้งรู้สึกดูถูกตัวเอง
10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง
11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนอื่นๆ ซึ่งมีทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
12. ขาดทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือความตั้งใจเรียนเพียงชั่วระยะสั้น
13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟังและมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
14. ไม่ประสบความสำเร็จในด้านการเรียนทั่วๆ ไป
15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้นๆ
16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำกว่าทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

สรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียนคือ การจัดการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางครอบครัว และวุฒิภาวะ จากสาเหตุดังกล่าวจึงต้องเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องจัดหากลวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

โอเดน (Oden. 1982 : 355-A) ได้ศึกษาเปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไรท์ (Wright. 1984 : 1063-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ Plato กลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ Apple II และกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ในช่วงภาคฤดูร้อน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมอร์เรล (Merrell. 1984 : 3502-A) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสามารถด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านโดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 67 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยให้กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 มีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหา กลุ่มที่ 3 เรียนโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถด้านพุทธิพิสัยสูงกว่า นักเรียนที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหา และนักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย

ชอย (Chiou. 1995 : 15-22) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องคอมพิวเตอร์ฐานข้อมูลแบบมัลติมีเดียในส่วนที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพบว่า คอมพิวเตอร์ฐานข้อมูลแบบมัลติมีเดียจะช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้ดี เช่น ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ช่วยพัฒนาความคิดแก้ปัญหา และช่วยพัฒนาทักษะบางด้าน รวมทั้งส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ โดยไม่มีใครมาบังคับ มีความเป็นส่วนตัว เรียนได้ตามความต้องการเท่าที่ผู้เรียนอยากรู้และในการเรียนแต่ละครั้งถึงแม้เป็นเรื่องเดิมแต่ทิศทางในการค้นคว้าความรู้อาจไม่เหมือนเดิม ทำให้ไม่น่าเบื่อ

งานวิจัยในประเทศ

ฝนทิพย์ อมาตยกุล (2531 : 49-51) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พุชนีย์ บุนนาค (2540 : 39-40) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับในขนาดต่างกัน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนมีคำอธิบาย สูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนไม่มีคำอธิบาย ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่นำมาประยุกต์พัฒนาเป็นบทเรียนใช้ในการเรียนการสอนอยู่ไม่น้อย ทั้งนี้เพราะคุณลักษณะคุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพช่วยสนับสนุนด้านการเรียนการสอนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าการเรียนแบบปกติ

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านนิยามความหมายของความพึงพอใจไว้ต่างๆ กันดังนี้

ลิวรรณ์ คูภูมิใจสกุล (2532 : 19) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความต้องการที่แท้จริงเพื่อให้ได้ผลอย่างใดอย่างหนึ่งภายใต้สถานการณ์ทำงาน หากบุคลากรได้ค่าตอบแทน เลื่อนตำแหน่งได้รับการยกย่อง ย่อมก่อให้เกิดความพึงพอใจ แต่ถ้าหากได้รับการตำหนิหรือการลงโทษแบบต่างๆ ย่อมก่อให้เกิดความไม่พอใจขึ้น

กาญจนา ภาสุรพันธ์ (2531 : 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึก หรือความนึกคิดที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับตามที่คาดหวังหรือมากกว่าที่คาดหวัง

กิติมา ปรีดีดิลก (2529 : 321) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกพอใจในงานที่ทำเมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุและทางด้านจิตใจ

ประนอม แสงจันทร์ (2529 : 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก อารมณ์ หรือความคิด หรือทัศนะของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าต่างๆ เป็นผลต่อเนื่องจากการที่บุคคลที่ได้ประเมินสิ่งเร้านั้นแล้ว

กู๊ด (Good. 1973 : 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง คุณภาพหรือระดับความพอใจซึ่งเป็นผลจากความสนใจต่างๆ และทัศนคติของบุคคลต่อกิจกรรม

วอลเลอร์สเตน (Wallerstein. 1971 : 256) กล่าว่าว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่าความพึงพอใจ เป็นการกระทำทางจิตวิทยา ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนแต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจจะต้องอาศัยปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุแห่งความพึงพอใจ

มอร์ส (Morse. 1955 : 27) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถลดความเครียดของบุคคลให้น้อยลง ถ้ามีความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำกิจกรรม

จากความหมายต่างๆ ข้างต้น สรุปว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบต่อกิจกรรมที่กระทำ ที่ปรากฏออกมาทางพฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่างๆ ของบุคคล

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

การที่บุคคลจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนจะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างมากระตุ้นให้เกิดความรักหรือทัศนคติที่ดีต่อการเรียนนั้น บุคคลจะเกิดความพึงพอใจนั้นจะต้องมีการจูงใจให้เกิดขึ้น แรงจูงใจหรือการจูงใจ (Motivation) หมายถึง สภาวะที่อินทรีย์ถูกกระตุ้นหรือถูกผลักดันให้แสดงพฤติกรรม เพื่อไปยังจุดหมายปลายทางที่วางไว้ (สุณีย์ ธีรดากร. 2526 : 85) แต่แรงจูงใจจะมีได้ต้องอาศัยสิ่งจูงใจเป็นเครื่องล่อ ดังที่ สมพงศ์ เกษมสิน (2533 : 108) กล่าวไว้ว่า การจูงใจ หมายถึง ความพยายามชักจูงให้ผู้อื่นแสดงออกหรือปฏิบัติตามสิ่งจูงใจ สำหรับสิ่งจูงใจเป็นเครื่องล่อหรือกระตุ้นเพื่อให้เกิดการจูงใจนั้น กู๊ด (Good. 1973 : 281) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง วัตถุหรือสภาวะใดๆ ที่สามารถเร้าให้เกิดการจูงใจได้

นักจิตวิทยาแบ่งการจูงใจออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (สุณีย์ ธีรดากร. 2526 : 88-89)

1. แรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ได้แก่การจูงใจที่เกิดจากความรู้ภายในของผู้เรียนเอง เช่น ความต้องการ ความสนใจ และทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น อยากเรียน เต็มใจและตั้งใจเรียน เพราะต้องการความรู้ มิใช่เรียนเพราะหวังผลอย่างอื่น

2. แรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) ได้แก่การจูงใจที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกมาชักจูงหรือกระตุ้นให้เกิดการจูงใจภายในขึ้น เป็นต้นว่า วิธีสอน บุคลิกภาพของผู้สอนและเทคนิคที่ครูใช้ในการสอน จะเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียน การกระทำที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอกไม่ได้เป็นการกระทำเพื่อความสำเร็จในสิ่งนั้นอย่างแท้จริงแต่เป็นการกระทำเพื่อสิ่งจูงใจอย่างอื่น เช่น การเรียนที่หวังคะแนน นอกเหนือไปจากการได้รับความรู้

การศึกษาเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่พึงประสงค์ การจูงใจภายในจึงเป็นลักษณะการจูงใจที่ดี และมีอิทธิพลที่สุดต่อกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายในขึ้น โดยใช้แรงจูงใจภายนอกยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เช่น ใช้หลักการให้รางวัลและลงโทษ การชมเชยและตำหนิ การแข่งขัน และการร่วมมือต่างๆ (สมบูรณ์ พรรณาภพ และชัยโรจน์ ชัยอินคำ. 2518 : 417)

พฤติกรรมที่กระทำจึงมีทิศทางหรือจุดมุ่งหมายเมื่อร่างกายได้สิ่งที่ต้องการแล้วก็จะเกิดความพึงพอใจ แรงขับก็จะลดลง (ชูชีพ อ่อนโคกสูง. 2522 : 40) เพราะฉะนั้นในการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องพยายามสร้างสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเกิดแรงขับหรือแรงจูงใจอย่างสม่ำเสมอ เพื่อผู้เรียนจะได้สนใจได้ติดตามบทเรียนอย่างต่อเนื่องทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างได้ผล แต่เนื่องจากแรงจูงใจเกิดจากความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง เพื่อจะได้เป็นแนวทางสร้างสิ่งจูงใจตอบสนองได้อย่างเหมาะสม

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

งานวิจัยต่างประเทศ

ไลดิก (Leidig. 1992 : 1372) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของการเรียน (Cognitive style) ภาพผังแนวคิดที่มีอยู่ในใจ (Mental maps) ในการใช้ไฮเปอร์เทกซ์เพื่อการเรียนการสอน โดยได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนใช้บทเรียนแบบไฮเปอร์เทกซ์เพื่อการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนรู้ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ส่งต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติ

2. วิธีการนำเสนอทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความสามารถในการมองภาพและตีความหมายจากภาพ มีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวกับความพึงพอใจในบทเรียนและปัญหาในการเข้าสู่เนื้อหาในไฮเปอร์เทกซ์

4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบในการเรียนและวิธีการในการนำเสนอ ในส่วนที่เกี่ยวกับทัศนคติของผู้เรียน แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยในประเทศ

จันทร์ทิพย์ แก้วก่า (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อวิธีการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร จำนวน 120 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกัน

2. ความพึงพอใจต่อวิธีการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัด เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกัน

วิภาวี วงศ์เลิศ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "เซต" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย ในการศึกษา

ครั้งนี้ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จากโรงเรียนสนมวิทยาคาร โรงเรียนรามวิทยา โรงเรียนรัชมังคลาภิเษก โรงเรียนรัตนบุรี และโรงเรียนสังขะ โรงเรียนละประมาณ 30 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 136 คน กลุ่มที่ 2 เป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 คน ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "เซต" โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.56/85.66 ซึ่งกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "เซต" โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความคิดของครูผู้สอนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "เซต" โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย อยู่ในระดับเหมาะสมมากและมากที่สุด

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "เซต" โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปรายอยู่ในระดับพึงพอใจมากและมากที่สุด

ผลของการวิจัยทั้งในประเทศและงานวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจต่อวิชาที่เรียนมากกว่าการสอนแบบปกติด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการค้นพบ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้ มีรายละเอียดต่างๆ ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ จำนวน 9 ห้องเรียน แบ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 5 ห้องเรียน จำนวน 250 คน และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ 4 ห้องเรียน จำนวน 200 คน

ซึ่งโรงเรียนนี้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 40 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องมีหน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 8 เมกะไบต์ จอภาพสี (Color VGA/EGA หรือ Super VGA monitor) 256 สี มีโปรแกรมไมโครซอฟท์วินโดวส์ 95 ขึ้นไป

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพ ฯ โดยการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) จากการจับสลาก 1 ห้องเรียนจากแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 5 ห้องเรียน และจับสลากอีก 1 ห้องเรียน จากแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งผลการเรียนไม่แตกต่างกันเนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยคละความสามารถของนักเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" จำนวน 30 ข้อ

4. แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนแต่ละชุด มีทั้งหมด 6 ชุด

5. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ในรายวิชาคณิตศาสตร์ (ค 012) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นรูปแบบบทเรียนเพื่อการสอน (Tutorial Instruction) มีการจัดเนื้อหาแบบเรียงลำดับ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด 6 เรื่อง คือ

1. ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์
2. ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์
3. ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ
4. ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม
5. การอ่านค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง
6. กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาหลักสูตรวิชาและกำหนดเป็นรายละเอียดหัวข้อย่อยดังนี้

ชุดที่ 1 ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

1) วงกลมหนึ่งหน่วย
2) ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

ชุดที่ 2 ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

1) ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงบางจำนวน
2) ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงใดๆ
   2.1 เมื่อจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 2 $(\frac{\pi}{2} < \theta < \pi)$
   2.2 เมื่อจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 3

$(\pi < \theta < \frac{3\pi}{2})$

2.3 เมื่อจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 4

$(\frac{3\pi}{2} < \theta < 2\pi)$

ชุดที่ 3 ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ

ชุดที่ 4 ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม

1) มุมและการวัดมุม
2) ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม
3) ฟังก์ชันตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ชุดที่ 5 การอ่านค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง

ชุดที่ 6 กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ

จากการวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดแบ่งออกเป็น 6 ชุด และแบ่งเป็นหน่วยย่อยได้ 12 หน่วยย่อย จากนั้นจึงเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำไปเขียนเป็นกรอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อย

นำเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อยไปเสนอประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสอน
2) ความถูกต้องของเนื้อหาและกิจกรรม
3) ลำดับขั้นในการเสนอเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อย

การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนและหน่วยย่อยนั้นได้ดำเนินการตามที่ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์เสนอแนะมา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้ได้เนื้อหาและหน่วยย่อยที่ถูกต้องตามแนวความคิด หลักการและทฤษฎี

ขั้นตอนที่ 5 ออกแบบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เขียนบทเรียนในแต่ละกรอบลงในกระดาษรวมเป็นแผ่นเรื่องราว (Storyboard) โดยในแต่ละแผ่นประกอบด้วย การกำหนดสี รูปแบบ/ขนาดตัวอักษร สีพื้น รวมถึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใส่เนื้อหาและกิจกรรม ข้อมูลที่แสดงบนจอ สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนองข้อมูล สำหรับการควบคุมการตอบสนองอีกทั้งการกำหนดเสียงต่างๆ ที่ใช้ประกอบในบทเรียน

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบและแก้ไขเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

นำแผ่นเรื่องราว (Storyboard)ไปเสนอประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนตามที่ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านคอมพิวเตอร์แนะมา

ขั้นตอนที่ 7 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Authorware version 5

ขั้นตอนที่ 8 การตรวจสอบแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้ว ให้ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทุกด้านตรวจสอบอีกครั้ง และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

ขั้นตอนที่ 9 ทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ และค่าดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามขั้นตอนดังนี้

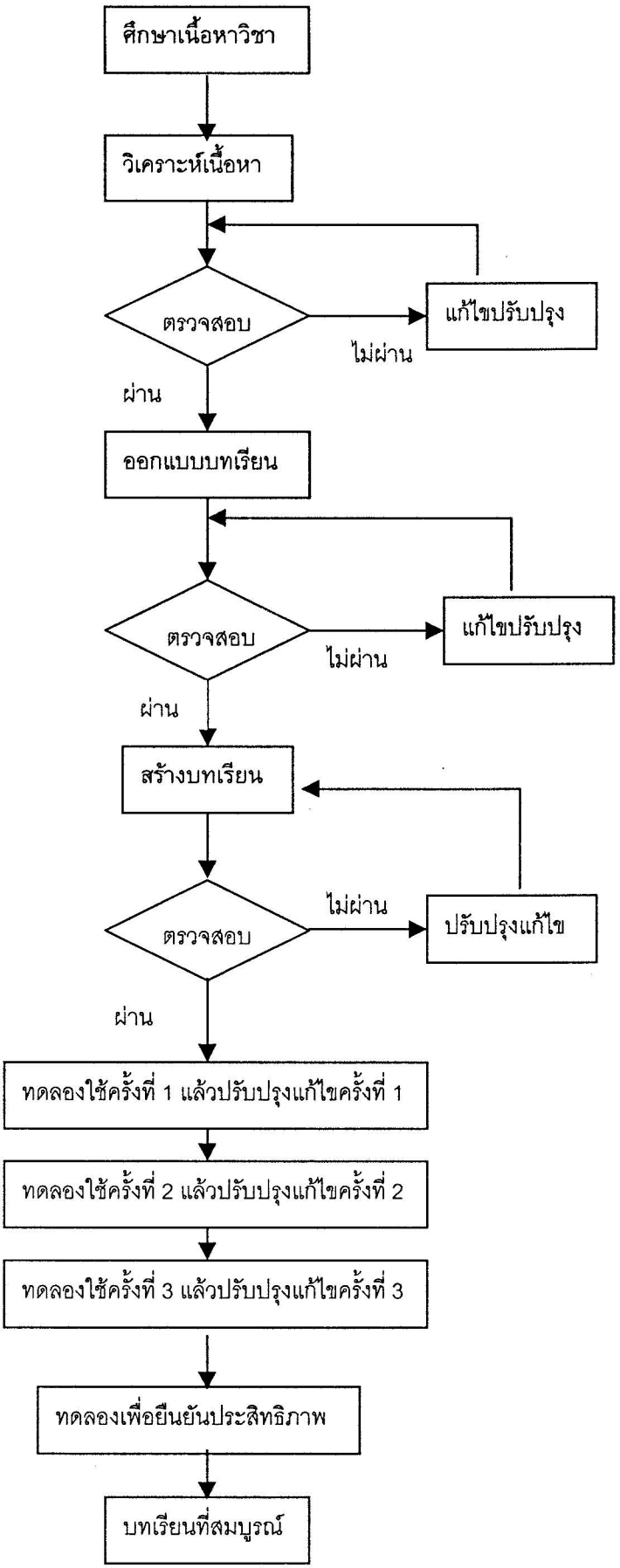
1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 2 คน

2) ทดลองแบบกลุ่มเล็กกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2544จำนวน 10 คน

3) ทดลองภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 30 คน

4) ทดลองเพื่อยืนยันประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 2 ห้องเรียน

สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

3.2 คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ มี 2 ชุด ได้แก่

3.2.1 คู่มือครู

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่จำเป็น

1.2 การติดตั้งบทเรียน

1.3 การเปิดใช้งานบทเรียน

2. คำชี้แจงเกี่ยวกับบทบาทของครูผู้สอนในการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

3. แผนการสอน

แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวการสอนจากคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ สสวท.

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการสอน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 สร้างแผนการสอนโดยยึดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวการสอนจากคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 ของ สสวท.

3.4 นำแผนการสอนและสื่อการเรียนการสอนที่สร้างเรียบร้อย แล้วเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจและแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม โดยผู้วิจัยเสนอเกณฑ์ ดังนี้

3.4.1 ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4.2 ความสอดคล้องของเนื้อหา กิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน

3.4.3 ความสอดคล้องในเรื่องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล

3.5 นำแผนการสอนที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2544 เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนการสอน และปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

3.6 นำข้อบกพร่องของแผนการสอนและสื่อการเรียนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

4. เฉลยใบคำถาม

3.2.2 คู่มือผู้เรียน

1. คำชี้แจงกิจกรรมในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ

2. เนื้อหาในบทเรียน

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.3.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2535)

3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากหนังสือการวัดการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ของ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2535 : 13-27)

3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ จำนวน 60 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา สำนวน และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินของ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2527 : 69) ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้นหรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

3.3.4 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้องระว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ IOC (Index of item – Objective Congruence) มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

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

IOCแทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าข้อสอบกับจุดประสงค์ IOC เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ได้ระหว่าง 0.66 –1 นำไปทดสอบกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และเคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนอัสสัมชัญ จำนวน 100 คน ซึ่งมีผลการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทอมปลาย ในระดับเกรดที่แตกต่างกันเป็นจำนวนเท่าๆกัน

3.3.5. นำกระดาษคำตอบของจำนวนนักเรียนมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.3.5.1 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6-52)

3.3.5.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) เหมาะสม ได้ค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.21 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21-0.55 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์ ไว้จำนวน 30 ข้อ

3.3.5.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จัดทำเป็นต้นฉบับ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 100 คนที่เคยเรียนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" แล้วเพื่อหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR – 20 (Kuder Richardson - 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.79

3.3.6 นำแบบทดสอบไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4 แบบทดสอบย่อยประจำชุดแต่ละชุด

แบบทดสอบย่อยประจำชุดแต่ละชุด มีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 6 ชุด มีจำนวนทั้งหมด 60 ข้อ ประกอบด้วย

1. ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ มีจำนวน 10 ข้อ
2. ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ 10 ข้อ
3. ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ 10 ข้อ
4. ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม 10 ข้อ
5. การอ่านของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง 10 ข้อ
6. กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ 10 ข้อ

ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบย่อย จากตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง และการวิเคราะห์ข้อสอบของชวาล แพรัตกุล (2520 : 1-407)

3.4.2 ศึกษาเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ตามหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ค (011) เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

3.4.3 สร้างแบบทดสอบย่อยทั้ง 6 ชุด เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ให้ครอบคลุมเนื้อหาในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ทั้งหมดจำนวน 90 ข้อ ประกอบด้วย

1. ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ มีจำนวน 15 ข้อ
2. ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ 15 ข้อ
3. ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ 15 ข้อ
4. ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม 15 ข้อ
5. การอ่านของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง 15 ข้อ
6. กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ 15 ข้อ

แล้วนำแบบทดสอบแสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และความเหมาะสมของภาษาของคำถามแต่ละข้อ

3.4.4 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ IOC เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ได้ระหว่างค่า 0.66 – 1 ไว้จำนวนชุดละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 60ข้อ

3.5 แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert)

3.5.2 สร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ จำนวน 40 ข้อ โดยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อนวตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของ สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2541 : 388-389) ลักษณะของแบบวัดความพึงพอใจ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ และข้อความเป็นข้อความทางบวกและทางลบ จึงให้คะแนนดังนี้

ในกรณีที่ข้อความมีความหมายเป็นทางบวก (Positive) กำหนดให้คะแนนแต่ละความพึงพอใจดังนี้

มากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน
มาก ให้คะแนน 4 คะแนน
ปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน
น้อย ให้คะแนน 2 คะแนน
น้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

ในกรณีที่ข้อความมีความหมายเป็นทางลบ (Negative) กำหนดให้คะแนนแต่ละความพึงพอใจ

มากที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน
มาก ให้คะแนน 2 คะแนน
ปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน

น้อย ให้คะแนน 4 คะแนน
น้อยที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน

3.5.3 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน ศาสตราภัทร ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และอาจารย์ณัฏฐี เจริญบวรเกียรติ ตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5.4 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ IOC (Index of item – Objective Congruence) เลือกข้อที่มีค่า IOC ได้ระหว่าง 0.66 – 1 ไว้จำนวน 30 ข้อ

3.5.5 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพ

3.5.6 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ใช้วิธีหาเป็นรายข้อตามแนววิธีการ t – test ได้ค่า t อยู่ระหว่าง 2.02 – 10.18 และหาความเชื่อมั่นของมาตราวัดความพึงพอใจ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 170-172) ได้เท่ากับ 0.90

3.5.7 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการพัฒนาและทดลองโดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (One – group Pretest – Posttest Design) รูปแบบการวิจัยชนิดนี้เขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 60)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลองแบบ One – group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

E แทน กลุ่มทดลอง
X แทน การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
T_1 แทน การสอบก่อนเรียน
T_2 แทน การสอบหลังเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คน ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาก่อน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนก่อน แล้วจึงเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ จำนวน 6 ชุด ระหว่างการทดลองผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และได้บันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุงบทเรียน หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

4.2 นำบทเรียนที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองแบบกลุ่มเล็ก กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาก่อน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนก่อน แล้วจึงเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ จำนวน 6 ชุด แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนและตอบแบบสอบถาม นำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพ หลังจากทดลองเสร็จ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทั้ง 10 คน ร่วมกันอภิปรายบทเรียนในส่วนที่ต้องการปรับปรุง

4.3 ทดลองแบบภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาก่อน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียน แล้วจึงเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบจำนวน 6 ชุด แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนและตอบแบบสอบถาม และได้ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนว่ายังมีส่วนใดต้องการปรับปรุงแก้ไข นำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพ แล้วนำปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ

4.4 ทดลองซ้ำเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นจำนวน 2 ห้องเรียน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเอง เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว และนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยแต่ละชุด กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

5.2 ศึกษาพัฒนาการหรือการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการทดสอบที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

5.3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินระดับความคิดเห็นโดยใช้เกณฑ์การประเมินของประคอง กรรณสูต(2538 : 77) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลางหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุดหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

เมื่อ S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง ค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการประเมิน เป็นการตรวจสอบและพิจารณาว่าแบบทดสอบหรือแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นมา แต่ละข้อนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและจุดมุ่งหมายหรือไม่ (Objective Congruence) ซึ่งจะมีค่าระหว่าง –1 ถึง +1 ถ้าค่า IOC ที่ได้น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบหรือแบบวัดนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัด ต้องปรับปรุงใหม่ โดยการนำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

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

IOCแทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ” โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6-32)

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ” โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 (Kuder - Richardson) ซึ่งใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_t^{\,2}}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกต้องในข้อที่ i $= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อที่ i = 1 - p

s_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" โดยใช้วิธีการแจกแจงที (t-distribution) ซึ่งใช้ในการหาอำนาจจำแนกของคำถามที่เป็นแบบสอบถามมาตรการจัดอันดับ โดยจะแบ่งกลุ่มที่ได้น้ำหนักคะแนนสูงออกมา ร้อยละ 25 เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้น้ำหนักคะแนนต่ำออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มต่ำ แล้วคำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย และคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม แทนค่าในสูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 185-186)

$$t = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนก

$\overline{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\overline{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งเป็นการหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรครอนบัค (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 125-126) ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ใช้สูตร E_1 / E_2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มีประสิทธิภาพ 80/80 (มหาวิทยาลัย,สุโขทัยธรรมาธิราช. 2529 : 495)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} x100}{A} \qquad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} x100}{B}$$

เมื่อ E_1 แทน คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียในแต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนน

E_2 แทน คะแนนที่ได้จากการทำแบบแบบทดสอบหลังจากการเรียนในแต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

B แทน คะแนนของแบบทดสอบ

3.2 สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2,3 "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยการค้นพบสูงกว่าก่อนได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยการค้นพบ" โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test Dependent จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165)

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

df = N-1

เมื่อ $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียกับคะแนนก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่าง

ระหว่างคะแนนหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียกับคะแนนก่อนใช้
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3 สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4,5 ความพึงพอใจของผู้เรียนหลังการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากกว่าขึ้นไป โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 161)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

df = n-1

เมื่อ μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมาก

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ

S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

และใช้สถิติบรรยาย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของผู้ตอบแบบสอบถาม

N แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

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

S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
$\overline{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนระดับความเหมาะสม
$S.D._1$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
$S.D._2$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ
$\sum D$	แทน	คะแนนรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	คะแนนรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง
E_1	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียในแต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80
E_2	แทน	ประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียแต่ละชุดคิดเป็นร้อยละ 80
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t-dependent
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ใช้เกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ

มัลติมีเดีย และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยใช้วิธีการทางสถิติ t –test Dependent

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยใช้วิธีการทางสถิติ t –test Dependent

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และ ค่า t -test

5. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และ ค่า t -test

1. หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ในแต่ละชุด

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียแต่ละชุด คิดเป็นร้อยละ 80 และคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียแต่ละชุด คิดเป็นร้อยละ 80 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ E_1/E_2 ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติดีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังตรีโกณมิติ" ในแต่ละชุด

ชุดที่	เรื่อง	ประสิทธิภาพ
1	ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์	85.70 / 89.10
2.	ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์	83.90 / 85.80
3.	ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ	85.20 / 85.20
4.	ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม	84.40 / 87.50
5.	การอ่านค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง	84.60 / 83.00
6.	กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	86.80 / 83.40
	เฉลี่ย	85.10 / 85.67

จากตาราง 2 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยเมื่อพิจารณาแต่ละบทเรียนแล้ว พบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

ผู้วิจัยได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของการสอนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" กับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

	N	$\overline{X}$	S^2	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	50	8.82	5.1076	821	14117	32.22 **
หลังเรียน	50	25.24	6.1504			

$t_{(.01\ ,\ df\ =\ 49)} = 2.407$

จากตาราง 3 จะเห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

ผู้วิจัยได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของการสอนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" กับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ

	N	$\overline{X}$	S^2	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	50	7.84	14.5161	660	9790	19.90 **
หลังเรียน	50	21.04	4.9729			

$t_{(.01\ ,\ df\ =\ 49)} = 2.407$

จากตาราง 4 จะเห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3

4. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ในแต่ละข้อคำถามมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจ ในตารางที่ 5 และค่า t-test ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

รายการประเมิน	$\overline{X_1}$	S.D.$_1$	$\overline{X_2}$	S.D.$_2$	ระดับความพึงพอใจ
ตอนที่ 1					
1. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ข้าพเจ้ามีอิสระในการเรียน	4.30	0.54	4.38	0.67	มาก
2. การไปสู่ส่วน ๆ ต่างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกระทำได้สะดวก	4.10	0.79	4.30	0.76	มาก
3. คำสั่ง/เครื่องหมายบอกเส้นทางไปยังส่วนต่าง ๆ มีความชัดเจน	4.12	0.69	4.02	0.62	มาก
4. การนำเข้าสู่บทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความน่าสนใจ	4.16	0.62	4.26	0.69	มาก
5. การสรุปเนื้อหาสาระสำคัญในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความถูกต้อง กระชับ และเข้าใจง่าย	3.98	0.77	4.16	0.77	มาก
6. สีตัวอักษร สีพื้นจอ สีภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอ่านง่าย และชัดเจน	3.82	0.71	3.86	0.67	มาก
7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	3.76	1.06	4.02	1.02	มาก
8. เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากเกินไปทำให้ข้าพเจ้าศึกษาไม่ทันกับเวลาที่กำหนดให้	4.06	0.72	3.64	0.85	มาก
9. เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า	4.06	0.65	3.82	0.75	มาก
10. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.18	0.68	4.12	0.66	มาก
11. การออกแบบจอภาพ และการใช้กราฟิกทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสวยงามและน่าสนใจ	4.16	0.80	3.84	1.02	มาก
12. ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.36	0.84	4.36	0.75	มาก

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}_1$	S.D.$_1$	$\overline{X}_2$	S.D$_2$	ระดับความพึงพอใจ
13. การจัดลำดับเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความต่อเนื่อง และชัดเจน ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจได้ง่าย	3.56	0.91	3.88	1.00	มาก
14. เสียงดนตรีจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ข้าพเจ้ามีความสุขกับการเรียน	3.96	0.78	3.96	0.86	มาก
15. ข้าพเจ้าสามารถทราบผลการสอบและการทำแบบฝึกหัดได้ทันทีจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4.30	0.79	4.30	0.79	มาก
ตอนที่ 2					
1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง	3.90	0.71	3.98	0.74	มาก
2. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับกิจกรรมที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยวิธีการค้นพบ	3.88	0.75	3.84	0.87	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ช่วยให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น	4.00	0.81	3.86	0.86	มาก
4. ข้าพเจ้ารู้สึกเหนื่อย และเบื่อหน่ายต่อการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ	4.02	0.65	4.00	0.78	มาก
5. การเรียนโดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจและสามารถจำได้นาน	4.02	0.74	4.16	0.71	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า	4.00	0.70	3.94	0.65	มาก
7. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบได้ด้วยตนเอง	3.64	0.83	3.88	0.87	มาก
8. แบบฝึกหัดในบทเรียนโดยวิธีการค้นพบช่วยฝึกทักษะการคิดคำนวณของข้าพเจ้า	4.10	0.81	4.26	0.72	มาก
9. โจทย์ปัญหาในบทเรียนโดยวิธีการค้นพบช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาของข้าพเจ้า	4.16	0.98	4.10	0.99	มาก

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X_1}$	S.D.$_1$	$\overline{X_2}$	S.D.$_2$	ระดับความพึงพอใจ
10. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบกระตุ้นให้ข้าพเจ้าเกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	3.94	0.71	3.88	0.66	มาก
11. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนของข้าพเจ้ามากขึ้น	4.08	0.67	4.06	0.77	มาก
12. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในตัวเองเกี่ยวกับการเรียนมากขึ้น	3.80	0.73	4.00	0.67	มาก
13. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น	4.00	0.83	3.78	0.68	มาก
14. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีอิสระในการคิดมากขึ้น	4.06	0.84	4.06	0.77	มาก
15. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจอยากเรียน อยากทำ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์	4.12	0.87	3.86	0.81	มาก

ตาราง 6 ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

โปรแกรม	N	$\overline{X}$	S.D.	μ_0	t - test
วิทย์--คณิต	50	4.01	.4072	3.5	8.83**
ศิลป์-คำนวณ	50	4.02	.3999	3.5	9.202**

$t_{(.01\ ,\ df\ =\ 49)} = 2.407$

จากตาราง 5 , 6 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และ แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" อยู่ในระดับ 3.56 – 4.30 และ 3.64 – 4.38 ตามลำดับ และมีค่า t – test ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เท่ากับ 8.83 และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษมีค่า t – test เท่ากับ 9.202 นั่นคือ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทั้งสองแผนการเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4และ 5

บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนกับหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ระหว่างก่อนกับหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
4. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หลังการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อยู่ในระดับมาก
5. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ หลังการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อยู่ในระดับมาก

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ จำนวน 9 ห้องเรียน แบ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 5 ห้องเรียน จำนวน 250 คน และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ 4 ห้องเรียน จำนวน 200 คน

ซึ่งโรงเรียนนี้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 40 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องมีหน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 8 เมกะไบต์ จอภาพสี (Color VGA/EGA หรือ Super VGA monitor) 256 สี มีโปรแกรมไมโครซอฟท์วินโดวส์ 95 ขึ้นไป

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพ ฯ โดยการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) จากการจับสลากนักเรียน 1 ห้องเรียนจากแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 5 ห้องเรียน และจับสลากอีก 1 ห้องเรียนจากแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งผลการเรียนไม่แตกต่างกันเนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยคละความสามารถของนักเรียน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ใช้เวลาในการสอน 20 คาบ โดยสอนสัปดาห์ละ 5 คาบ ๆ ละ 50 นาที

5. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" จำนวน 30 ข้อ

4. แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนแต่ละชุด มีทั้งหมด 6 ชุด

5. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คน ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาก่อน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนก่อน แล้วจึงเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ จำนวน 6 ชุด ระหว่างการทดลองผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และได้บันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุงบทเรียน หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

2 นำบทเรียนที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองแบบกลุ่มเล็ก กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาก่อน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนก่อน แล้วจึงเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ จำนวน 6 ชุด แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนและตอบแบบสอบถาม นำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพ หลังจากทดลองเสร็จ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทั้ง 10 คน ร่วมกันอภิปรายบทเรียนในส่วนที่ต้องการปรับปรุง

3 ทดลองแบบภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มาก่อน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียน แล้วจึงเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบจำนวน 6 ชุด แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนและตอบแบบสอบถาม และได้ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนว่ายังมีส่วนใดต้องการปรับปรุงแก้ไข นำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพ แล้วนำปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ

4. ทดลองซ้ำเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นจำนวน 2 ห้องเรียน โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเอง เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว และนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.10/85.67

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อยู่ในระดับความเหมาะสมมาก

5. ความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อยู่ในระดับความเหมาะสมมาก

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าตามลำดับได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ที่ทำการวิจัยและพัฒนาในแต่ละชุดมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 85.10/85.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 โดยที่ประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียในแต่ละชุดมีค่าเท่ากับ 85.10 และประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย แต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 85.67 ซึ่งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ได้พัฒนาแบ่งเนื้อหาออกเป็นชุด แต่ละชุดจะแยกเนื้อหาออกเป็นคาบเรียน ในแต่ละคาบเรียนจะระบุจุดประสงค์การเรียนรูทำให้นักเรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการเรียน ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ 9 ขั้นของ กาเย่ (Gagne') ที่กล่าวถึงการบอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางไปสู่จุดประสงค์นั้น ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสร้างความจำและความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 65) และสอดคล้องกับแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) ที่ว่า "ถ้าแบ่งเนื้อหาวิชาที่จะถ่ายทอดให้นักเรียนเป็นตอน ๆ ทีละน้อย เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน นักเรียนจะสามารถรับความรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมาก ๆ" (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2531 : 24) ซึ่งการแบ่งเนื้อหาเป็นคาบเรียนทำให้ง่ายต่อการเรียน และทำให้นักเรียนรู้สึกว่าเนื้อหาไม่ซับซ้อน

1.2 ในการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ได้ทำการวิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาวิชา กระบวนการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพและวิธีการประเมินที่ยึดถือความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ในการเรียนเป็นหลัก จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับกฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2538 : 11) กล่าวไว้ว่า กระบวนการดังกล่าวเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนได้

1.3 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " สามารถนำเสนอแทนสื่อหลายชนิด คือการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วย เสียง บรรยาย ที่สั้นง่ายได้ใจความ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น การใช้ภาพประกอบจะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ภาพจะช่วยทำให้เห็นรูปธรรมมากกว่า ซึ่งง่ายต่อการรับรู้ ได้แก่ภาพที่แสดงการหมุนของความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่มีความยาวเกิน 1 รอบ หรือภาพเคลื่อนของกราฟฟังก์ชันต่าง ๆ ที่ค่อย ๆ ขึ้นกราฟอย่างช้า ๆ ซึ่งภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ จะเร้าความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และสนใจติดตามตลอดบทเรียน อีกทั้งนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับบทเรียน ต้องทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในบทเรียน ถ้าทำไม่ถูกก็มีเฉลยให้นักเรียนดู และยังสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมได้อีก ซึ่งสอดคล้องกับวารินทร์ รัศมีพรหม (2531 : 192-193) ที่กล่าวว่าการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนจัดการศึกษา คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่นักเรียน สี ดนตรี และภาพลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหว สร้างความเป็นจริง มีความรวดเร็วในการโต้ตอบต่อนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้นมีลักษณะเป็นส่วนตัวสำหรับนักเรียนแต่ละคน จึงทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีและสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน โดยเฉพาะผู้ที่เรียนช้า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้การเรียนรู้ในเนื้อหาได้เร็วขึ้น และยังสามารถค้นพบหาคำตอบได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการงานวิจัยของบุคคลอื่นๆ ที่ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน และใช้วิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้สูตร (E_1/E_2) และกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพเท่ากับ 80/80 หรือสูงกว่า เช่นผลงานวิจัยของชาตรี จำปาศรี (2540 : บทคัดย่อ) สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2541 : บทคัดย่อ) เข็มทอง บุญทัน (2542 : บทคัดย่อ) และวิภาวดี วงศ์เลิศ (2544 : บทคัดย่อ)

จึงสรุปว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " หลังเรียนของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 และข้อ 3 ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูเกียรติ ธีระนิติกุล (2543 : บทคัดย่อ) และสมพงษ์ สุริยะวงศ์ (2542 : บทคัดย่อ) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

2.1 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " มีการโต้ตอบกันในเครื่องทำให้ไม่เบื่อ และไม่ต้องอายใครเมื่อตอบผิด ครูสามารถอธิบายนักเรียนเป็นรายบุคคลด้วย ทำให้มีโอกาสช่วยส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ซึ่ง

เป็นการแบ่งเบาภาระการทำงานของครู ช่วยในกรณีที่ครูไม่เพียงพอ ทำให้ครูไม่เบื่อต่อการสอน (บูรณะ สมชัย. 2537 : 66) นักเรียนจะเรียนไปตามความสามารถของแต่ละบุคคลโดยไม่ต้องเร่งหรือรอผู้อื่น และได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จเป็นการเสริมแรงให้สนุกกับบทเรียน (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2528 : 11) สอดคล้องกับทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบจงใจกระทำของ สกินเนอร์ ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากสิ่งเร้าหนึ่ง จะปล่อยให้ผู้เรียนเลือกแสดงพฤติกรรมเองโดยไม่บังคับ หรือไม่บอกแนวทางในการเรียนรู้ แต่เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้เองแล้ว เราจึง " เสริมแรง " พฤติกรรมนั้นทันที เพื่อให้ผู้เรียนรู้ว่าพฤติกรรมที่เขาแสดงนั้น เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ถูกต้องหรือแก้ปัญหาที่ถูก และทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงธอร์นไดค์ (Thorndike) ที่กล่าวถึงการเรียนการสอนนั้น จะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนและจะต้องจัดเนื้อหาออกเป็นหน่วย ๆ ทีละหน่วย และเริ่มจากหน่วยที่ง่ายไปหายากเสมอ เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจในการที่เขาเรียนในแต่ละหน่วย การสร้างแรงจูงใจ นับว่ามีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจเมื่อได้รับสิ่งที่ต้องการหรือรางวัลเป็นการเสริมแรง ธอร์นไดค์เชื่อว่าการเสริมแรงรางวัล หรือความสำเร็จจะส่งเสริมการแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ หรือก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น (ประสาท อิศรปรีดา. 2538 : 220)

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ เนื่องมาจากโรงเรียนอัสสัมชัญได้แบ่งเด็กนักเรียนที่จะเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ได้นั้นต้องมีคะแนนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเฉลี่ยตลอดทั้ง 3 ปี ไม่ต่ำกว่า 3.5 แต่นักเรียนที่จะเข้าเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษได้นั้นต้องมีคะแนนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเฉลี่ยตลอดทั้ง 3 ปี ไม่ต่ำกว่า 2.5 ดังนั้นพื้นฐานทางด้านทักษะการคำนวณของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จึงมีมากกว่านักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้วจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ อย่างมีนัยสำคัญ .01

3. จากผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ปรากฏว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้านด้วยกัน คือด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและด้านการเรียนรู้โดยวิธีค้นพบด้วยตนเองมีระดับความพึงพอใจมากซึ่งทั้งสองแผนการเรียนสรุปได้ว่า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกพึงพอใจ และมีความรู้สึกที่ดีในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่ว่าด้านเนื้อหาการเรียนรู้ ซึ่งมีการจัดเรียงเนื้อหาอย่างเป็นระบบ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน กะทัดรัดได้ใจความ สามารถอ่านและ

เข้าใจง่าย มีการสรุปเนื้อหา ส่วนทางด้านบทเรียนน่าสนใจ ขนาดตัวอักษรชัดเจน สีของพื้นและตัวอักษรมีสีสันสวยงามทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการอยากเรียน ให้ความสะดวกต่อการเรียนรู้ รูปแบบบทเรียนใช้ง่าย เพราะเป็นลักษณะให้เลือกหัวข้อเนื้อหาเป็นคาบ ๆ และช่วยประหยัดเวลา นักเรียนมีความเป็นอิสระ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจในการมีอิสระในการเรียนมากที่สุด คือไม่เครียด และไม่หนักใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโรเซลลี่ (Roselli. 1991 : 42-46) ได้ศึกษาถึงการใช้ไฮเปอร์เทกซ์ (Hypertext) พบว่าการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอิสระ สามารถค้นคว้าศึกษาความรู้ได้ตามที่ตนเองพึงพอใจ ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง กระบวนการรับรู้ต่าง ๆ จึงเป็นไปด้วยดี ส่วนทางด้านการเรียนรู้โดยวิธีค้นพบ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเพราะการเรียนรู้โดยวิธีค้นพบนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองคือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความคงทนในการเรียนรู้จดจำได้ดีกว่าและนานกว่า (ชูศรี สนิทประชากร. 2534 : 46-47) ผลจากการเรียนรู้โดยการค้นพบทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ สามารถที่จะแก้ปัญหาสถานการณ์อื่น ๆ ได้ และทำให้มีทักษะในการการคิดการคำนวณมากขึ้นทั้งสองแผนการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจักรภพ ศรีงาม(2539 : บทคัดย่อ) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยวิธีการค้นพบเป็นการส่งเสริมทักษะในด้านการคำนวณ

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า

1. ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อสะดวกในการเรียนการสอนและการใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนอัสสัมชัญทางโรงเรียนได้จัดคาบเรียนในวันอังคาร พฤหัสบดี วันศุกร์ เป็น 2 คาบสุดท้ายติดกัน และในพุธเรียน 3 คาบโดยมีเวลาพัก 1 คาบ เนื่องจากวันพุธนักเรียนอัสสัมชัญระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเรียนครึ่งวันทุกคนจึงได้นำเวลาดังกล่าวมาใช้ในการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียซึ่งทำให้การเรียนการสอนมีความต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น

2. ในช่วงคาบแรก ๆ ค่อนข้างประสบปัญหา เนื่องจากครูผู้สอนใช้ระบบ LAN ทำให้มีบางเครื่องไม่สามารถดึงโปรแกรมจาก Neighborhood ได้แต่เนื่องจากมีจำนวนเครื่องค่อนข้างมากจึงให้นักเรียนใช้เครื่องอื่นแทน ซึ่งนักเรียนทุกคนจะมีทักษะในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี ส่วนในคาบต่อมาได้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการ copy ลงใน Hard disk แต่ก็มีปัญหาด้านเสียง เนื่องจากไม่มีลำโพงให้นักเรียนต้องใช้หูฟังซึ่งหูฟังจะมีไม่เพียงพอกับนักเรียนบางตัวก็เสีย จึงต้องใช้วิธีผลัดกันในบางคาบ

3. ในการเรียนโดยวิธีการค้นพบเป็นการสอนที่เน้นบทบาทของนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนเป็นผู้โต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ไม่ต้องอายใครถ้าตอบผิด แต่ถ้าตอบถูกก็มีการเสริมแรงให้แก่นักเรียน และหลังจากนักเรียนเรียนเนื้อหาในแต่คาบจนจบ ก็จะแจกใบงานสรุปโดยอภิปรายร่วมกันเพื่อให้นักเรียนมีข้อสรุปที่ตรงกันและสามารถซักถามในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ หลังจากนั้นมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนกลับไปทบทวนที่บ้าน ทำให้บรรยากาศในการเรียนเครียดจนเกินไป

4. ในการทดลองพบว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยการนำเอาเนื้อหาที่ยากมาอธิบาย ด้วยเทคนิคและภาพ รวมถึงภาพเคลื่อนไหว จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนและมีความกระตือรือร้นตลอดเวลาที่มีการเรียน มีความสนุกสนานกับการตอบคำถาม เพลิดเพลินกับบทเรียนและรูปภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบของบทเรียนที่มีการนำเสนอสิ่งเร้าต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดความเข้าใจในการเรียนด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าที่เสนอไปแล้วข้างต้น ผู้ศึกษาค้นคว้ามีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ผู้พัฒนาจำเป็นต้องมีความรู้ในด้านการเตรียมข้อมูล และการออกแบบโดยอาศัยความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ด้าน เช่น นักคอมพิวเตอร์ นักจิตวิทยา นักออกแบบ และนักวัดผล เพื่อหล่อหลอมแนวความคิด และนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ควรจะเน้นและให้ความสำคัญของภาพ ที่สามารถสื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจง่ายและมีความเร้าใจในการเรียน

3. ในขณะที่นักเรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอยู่นั้น ครูผู้สอนควรอยู่ดูแลคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาระหว่างเรียน อีกทั้งควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อประเมินผลนักเรียนอีกทางหนึ่งด้วย

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่สามารถสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี หากผู้ผลิตสามารถออกแบบการทำงานของบทเรียนได้สวยงามและมีประสิทธิภาพด้วยแล้ว จะเป็นสื่อที่เป็นประโยชน์มากที่สุด เนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ด้านฮาร์ดแวร์ เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เป็นระบบสื่อผสม จึงควรที่จะมีอุปกรณ์ต่าง ๆครบ เช่น เมาส์ การ์ดเสียง จอสี ลำโพงหรือหูฟังที่สามารถเพิ่มและลดเสียงได้ในตัว เพื่อให้การเรียนมีความสมบูรณ์ตามที่ได้พัฒนาบทเรียนมา

ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้า

1. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมตอนปลายในบทอื่น ๆ ต่อไป เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาให้เป็นมัลติมีเดียที่สมบูรณ์แบบ เช่น เพิ่มภาพเคลื่อนไหวให้มากขึ้น มีเสียงบรรยายตลอดบทเรียน เพิ่มวิธีการโต้ตอบให้มากขึ้น

2. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย ที่สามารถเลือกเนื้อหาบทเรียนได้ตามระดับความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคลที่สมบูรณ์แบบ

3. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยทำฐานข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

บรรณานุกรม

กฤษณา สมะวรรธนะ. (2538). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนเรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ตามหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).* วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2538,มิถุนายน). "แนวคิดการหาประสิทธิภาพบทเรียน CAI," *วิชาการ พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* 5(3) : 11-14.

กระทรวงศึกษาธิการ,กรมวิชาการ (2535). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง).*พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

กาญจนา ภาสุรพันธ์. (2531). *ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสภาพแวดล้อมภายในวิทยาลัยอาชีวศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา เขตการศึกษา 8.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การบริหารการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กิดานันท์ มลิทอง. (2536). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.*พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้ง เฮ้าส์.

_____. (2539). *อธิบายศัพท์ คอมพิวเตอร์ อินเตอร์เน็ต มัลติมีเดีย.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2543). *เทคโนโลยีและการศึกษาและนวัตกรรม.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

กิติมา ปรีดีดิลก. (2529). *ทฤษฎีการบริหารองค์การ.* กรุงเทพฯ : ธนะการพิมพ์.

ขนิษฐา ชานนท์. (2532). *เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เข็มทอง บุญทัน. (2542). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

คณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. (2540). *แผนพัฒนาศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่แปด พ.ศ.2540-2544.* กรุงเทพ ฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

จักรภพ ศรีงาม. (2539). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดสมการและอสมการ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จันทร์ทิพย์ แก้วก่า.(2541). *ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อวิธีการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จารุวรรณ ยังรักษา. (2542).*การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรมการ เรียนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่ม กับเป็นรายบุคคลและการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ฉลอง ทับศรี. (2538, มีนาคม). "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *วิชาการศึกษาศาสตร์.* 9(2) : 1-23.

ชวาล แพรัตกุล. (2520). *เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ช่วงโชติ พันธุเวช. (2535, พฤษภาคม-สิงหาคม). "บทเรียนคอมพิวเตอร์," *วิชาการ-อุดมศึกษา.* 1(3) : 64-73.

ชาตรี จำปาศรี. (2540). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีอีเลคทรอนิคส์เบื้องต้นเรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพกรมอาชีวศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชูเกียรติ ธีระนิติกุล. (2543). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสมเรื่อง "ปรากฏการณ์เรื่อนกระจก" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2522). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ชูศรี สนิทประชากร. (2534 , กรกฎาคม-ธันวาคม). "การเรียนรู้โดยการร่วมมือ, " *จันทรเกษมสาร.* 2(4) : 12-13.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา :ทฤษฎีและการวิจัย.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ถนอมพร ตันพิพัฒน์. (2539 , มกราคม-มีนาคม). "คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา," *ครุศาสตร์.* 24(3) : 1-11.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2541).*คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงศักดิ์ นิธิปรีชา. (2523). *การศึกษากลวิธีแตกต่างกันในการสอนเรื่องความสัมพันธ์ของฟังก์ชันสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยครูบุรีรัมย์.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ทักษิณา สวนานนท์. (2535). *พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

_____. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.* กรุงเทพ ฯ : องค์การค้าคุรุสภา.

ทัศนีย์ ชื่นบาน. (2539, เมษายน-มิถุนายน). " คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *พัฒนาเทคนิคศึกษา.* 18(8) : 29-31.

นงนุช วรรณธนวหะ. (2539,กุมภาพันธ์). "คอมพิวเตอร์ในระดับโรงเรียน," *การศึกษาเอกชน.* 7(58) : 54-61.

นิ่มนวล บุญยดิเรก. (2539). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนปกติ.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การประถมศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. (2526). *เทคนิคทางการศึกษา.* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.

_____. (2528). *การวิจัยเพื่อพัฒนาตัวแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง สำหรับนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทย.* กรุงเทพ ฯ. : สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ.

_____. (2531, มิถุนายน-กรกฎาคม). "คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน," *ส.ค.พ.ท.คอมพิวเตอร์* . 15(78) : 24-28.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543). *นวัตกรรมการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : SR Printing.

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

บุญญา เพียรสวรรค์. (2540). *คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเรื่องลิมิตของฟังก์ชันระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญานิพนธ์. กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2526). *การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. (2538, กรกฎาคม-กันยายน). "มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์," *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์(สสวท.).* 23(90) : 25-35.

บูรณะ สมชัย. (2537,กันยายน). "การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู-อาจารย์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *การวิจัยทางการศึกษา.* 24(2) : 66-74.

_____. (2542). *การสร้าง CAI-Multimedia ด้วย Authorware 4.0.* กรุงเทพฯ : ซีเอด-ยูเคชั่น.

ประคอง กรรณสูต. (2538). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประนอม แสงจันทร์. (2529). *ความพึงพอใจในการศึกษาวิชาชีพพยาบาลในสถานศึกษา สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การอุดมศึกษา). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. ถ่ายเอกสาร.

ประวิทย์ สุดแก้ว. (2538, กรกฎาคม-กันยายน). "ห้องเรียนในปี ค.ศ.2000," *วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.* 23(3) : 112-118.

ประสาท อิศรปรีดา. (2538). *จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน.* กรุงเทพ ฯ : นำอักษรการพิมพ์.

ปราโมทย์ สุทธิแย้ม. (2525). *การเปรียบเทียบผลของวิธีสอนแบบบรรยายและแบบค้นพบในการสอนการแยกตัวประกอบกับนักเรียนกลุ่มความสามารถสูง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ปิยะวัฒน์ หวังอารี. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ผดุง อารยะวิญญู. (2527). *ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดเอช-เอนการพิมพ์.

ฝนทิพย์ อมาตกุล. (2531). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พรรณทิพย์ ม้ามณี. (2520). *การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่.* กรุงเทพฯ : สารศึกษาการพิมพ์.

พรรณี ช. เจนจิต. (2538). *จิตวิทยาการเรียนการสอน.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : คอมแพคพริ้นท์.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2535). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์. (2536). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2541, ตุลาคม-ธันวาคม). "มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน," *พัฒนาเทคนิคศึกษา.* 28(11) : 9-15.

พิชญา พุกผาสุข. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง (Guided Discovery) กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พิทักษ์ ศีลรัตนา. (2531, สิงหาคม). " CAI เบื้องหลังการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *ส.ค.พ.ท.คอมพิวเตอร์.* 15(79) : 20-25.

_____. (2531, กรกฎาคม-กันยายน). "ตามไปดู ... เขาทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างไร," *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์(สสวท.).* 16(3) : 37-41.

พิศาล โพธิ์ทองแสงอรุณ (2536). *ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับแบบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.* วิทยานิพนธ์ ค.ม.(โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พุชนีย์ บุนนาค. (2540). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับในขนาดต่างกัน.* วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ไพจิตร สดวกการ. (2530). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่องการแปรผันโดยใช้เกมประกอบการสอนแบบค้นพบ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ไพลิน บุญเดช. (2539,พฤศจิกายน-ธันวาคม). "เปิดโลกมัลติมีเดีย," *อินเทอร์เน็ต-อินทราเน็ต.* 1(3) : 3-26.

ภัทรกุล จริยวิทยานนท์ และ อินทิรา ศรีวัฒนะธรรมา. (2533, ตุลาคม-ธันวาคม). "คณิตศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ," *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์(สสวท.).*18(72) : 10-13.

มธุรส จงชัยกิจ. (2539,กันยายน-ธันวาคม). "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน : แนวคิดใหม่," *ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์.* 11(3) : 45-48.

ยืน ภู่วรวรรณ. (2538, มิถุนายน-กรกฎาคม). "เทคโนโลยีมัลติมีเดีย," *ส่งเสริมเทคโนโลยี.* 121(22) : 159-163.

ยุพิน พิพิธกุล. (2519). *การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ : กรุงเทพการพิมพ์.

_____. (2524). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพ ฯ : บพิธการพิมพ์.

_____. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพ ฯ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2540, กันยายน-ธันวาคม). " เทคโนโลยีสารสนเทศและแนวโน้มของเทคโนโลยีการศึกษา," *ศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร.* 2(2) : 1-25.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ลิวรรณ์ คูภูมิใจสกุล. (2532). *ความพึงพอใจของบุคลากรฝ่ายบริการที่มีต่อการจัดสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยรามคำแหง.* กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วัชรี บูรณสิงห์. (2525). "การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล, " *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15.* กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วารินทร์ รัศมีพรหม. (2531). *สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย.* กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.

วิจัยทางการศึกษา,กอง. (2542). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

วิชาการ,กรม. (2542). *รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2542). *เทคโนโลยีการศึกษา*. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

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

วีระ ไทยพานิช. (2527). "บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *รวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

ศิริชัย สงวนแก้ว. (2534,กุมภาพันธ์). "แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *คอมพิวเตอร์รีวิว*. 8(78) : 173-179.

ศิริพร พัสดร (2524). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ฟังก์ชัน" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) โรงเรียนกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบค้นพบและแบบบรรยาย*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ศิวพร เชษฐธง. (2523). *ผลของความแตกต่างของวิธีสอนคณิตศาสตร์สองเรื่องแบบ RINGS สำหรับนักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สถาพร สาธุการ. (2540, ภาคเรียนที่ 2). "การพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา," *ทับแก้ว*. 109-120.

สมชัย ชินะตระกูล. (2528, มิถุนายน-กรกฎาคม). "การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์," *ข่าวสารการวิจัยการศึกษา*. 8(5) : 3-7.

สมบูรณ์ พรรณาภพ และชัยโรจน์ ชัยอินคำ. (2518). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : บรรณกิจ.

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2541). *การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมพงศ์ เกษมสิน. (2533). *การบริหารงานบุคคลแผนใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สมพงษ์ สุริยะวงศ์. (2542). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ"* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สานนท์ เจริญฉาย. (2533). *โปรแกรมประยุกต์ด้านการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2531,มกราคม-มีนาคม). "เทคนิคการออกแบบบทเรียน TUTORIAL โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *ครุศาสตร์*. 16(3). : 75-89.

สุณีย์ ธีรดากร. (2526). *จิตวิทยาพัฒนาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูพระนคร.

สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. (2538,มกราคม-เมษายน). "คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," *เทคโนโลยีการศึกษา*. 2(2) : 27-29.

สุพร ชัยเดชสุริยะ. (2529,มกราคม-กุมภาพันธ์). "มาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนกันเถอะ," *จันทร์เกษม*. 188 : 26-29.

สุลัดดา ลอยฟ้า. (2537,พฤษภาคม-สิงหาคม). "คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," *ศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง*. 2(4) : 15-27.

สุมิตร คุณากร. (2523). *หลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

สุวิทย์ ไวทยกุล. (2536, กันยายน-ธันวาคม). "บทเรียน CAI," *เวชนิทัศน์*. 1(15) : 34-38.

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. (2529). *เอกสารการสอนวิชาคอมพิวเตอร์สำหรับครู หน่วยที่ 1-8*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

โสภณ บำรุงสงฆ์ สมหวัง ไตรต้นวงศ์. (2520). *เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่*. กรุงเทพฯ :ไทยวัฒนาพานิช.

อรพรรณ พรสีมา. (2530). *เทคโนโลยีทางการสอน*. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทคราฟแมนเพรส จำกัด.

อำพล สงวนศิริธรรม. (2528, สิงหาคม). "ใช้ไมโครสอนซ่อมเสริม," *สารพัฒนาหลักสูตร*. 41(5) : 36-41.

อัญชลี บุญถนอม. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการ สอนโดยวิธีสอนแบบค้นพบโดยใช้เกมกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อินทิรา ชูศรีทอง. (2541). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง บทประยุกต์* วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา) มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

Ausubel, David P. (1968). *Education Psychology : A Cognitive View*. New York : Holt Rinehart and Winston. Inc.

Bartlett, Lucy E. (1994,June). "The Evaluation, Improvement, and Dissemination of A Guided Discovery Method for Teaching Developmental Mathematics," *Dissertation Abstracts International.* 54(12) : 4381-A.

Bell, F.H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics(in Secondary School).* Iowa : Brown Company.

Beck, J.J. (1979, December). "Analysis of Student Attitude Toward Computer-Assisted Instruction in Nebraska Public High School," *Dissertation Abstracts International.* 40(6) : 3006-A.

Biggs, Edith E. (1968). "Investigational Methods in Shulman, Lee S. and Evan R. Reislak," *Learning by Discovery :* A Critial Appraisal. Chicago : Rand McNally.

Brown, F. Eugene,JR. (1993,December). "The Design and Development of a Computer-Assisted Tutorial Covering the Precalculus Concepts Involved in Sketching Function," *Dissertation Abstracts International.* 54(06) : 2080-A.

Bruner Jerome S. (1960). *The Process of Education.* New York : Vintage Books.

Caglieris, Andrew Vittorio. (1991,June) "The Effect of Small Group Discovery Learning on Cognitive and Metacognitive Aspects of Student Performance in Mathematical Problem-Solving at the Eighth-Grade Level," *Dissertation Abstracts International.* 51(12) : 4050-A.

Carol S.Lewis. (1997,May-August). "Interactive Multimedia Brings New Possibilities to Adult Learning," *Adult Learning.* 8(5&6) : 23-25.

Carroll, John B. (1963. May). "A Model of School Learning," *Teacher College Record.* 64(4) : 723-733.

Chiou, Guey – Fa. (1995,May-June). "Beliefs and Computer-Based Learning," *Educational Technology.* 35(3) : 15-22.

Clark, Leonard H. and Starr , Irving S. (1967). *Secondary and Middle School Teaching Methods.* New York : Macmillan Publishing Co, Inc..

Cooney, Thomas J.,Edward J. Davis and K.B. Henderson. (1975). *Dynamics of Secondary School Mathematics.* Boston : Houghton Mifflin Co.

De Cecco, John P.(1968). *The Psychology of Learning and Instruction : Educational Psychology.* New Jersey : Prentice-Hall,Inc.

Denise, Tolhurst. (1995,March-April). "Hypertext ,Hypermedia ,Multimedia Defined ?," *Educational Technology.* 35(2): 21-26.

Emese, George Laszlo.(1993,August). "The Effects of Guided Discovery Styleteaching and Graphing Calculator Use in Differential Calculus (Discovery Learning, Calculus)," *Dissertation Abstracts International.* 54(02) : 450-A.

Fan, Chung -Teh. (1952). *Item Analysis Table.* Princeton,New Jersey : Education Testing Service.

Frater, Harald and Drick Paulissen. (1994). *Multimedia Mania.* Grand Rapid, MI : Abacus, Inc.

Fredenberg, V.G. (1994,July). "Supplemental Visual Computer-Assisted Instruction and Student Achievement in Freshman College Calculus," *Dissertation Abstracts International.* 55(1) : 59-A.

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

Hall, Keith A. (1982,Free Press). "Computer-Based Education," *Encyclopedia of Education Research.* By Harold E.M. v.l.p. New York. : 353-363.

Hannafin, M.J. and Peck ; K.L. (1988). *The Design, Development, and Evaluation of Instructional Software.* New York : Macmillan Publishing Company.

Hiatt, Charlotte Jean Cleis. (1980,January). "Achievement and Attitude in Trigonometry : The Effects of Guided Discovery Lesson in High School Trigonometry, " *Dissertation Abstracts International.* 40(7) : 3589-A.

Jonassen, David H. and Wallace H. Hannum. (1987,December). "Research-Based Principles for Designing Computer Software," *Educational Technology.* 27(12) : 7-14.

Jordy, George-Yessler. (1976, December). "Small Group-Discovery Lessons for SSMCIS II and III with and Expository School Based Study of Their Use," *Dissertation Abstracts International.* 37(6) : 3479-A.

Keese, Earl Engene. (1972, October). "Study of the Creative Thinking Ability and student Achievement in Mathematics Using Discovery and Expository Methods of Teaching," *Dissertation Abstracts International.* 33(4) : 1589-1590-A.

Kuhfittig, Peter Kurt Friedrich. (1972, October). "The Effectiveness of Discovery Learning in Relation to Concrete and Abstract Teaching Methods in Mathematics," *Dissertation Abstracts International.* 33(4) : 1323-A.

Kumar, Patricia Anne. (1994,February). "The Use of Drill and Practice as a Method of Computer-Assisted Instruction in the Content Area of Mathematics with Learning Disabled Students In a Special Education Classroom," *Master Abstracts International.* 32(1) : 43.

Lardizabal, Amparo S. and others.(1970). *Methods and Principles of Teaching.* Manila : Alemar-Phoenix Press.

Leidig, Paul Marvin. (1992). *The Relationship Between Cognitive Style and Mental Maps in Hypertext Assisted Learning.* Dissertation Virginia : Graduate School Virginia Commonwealth University. Photocopied.

Linda, Tway. (1995). *Multimedia in Action.* U.S.A. : Academic Press. Inc.

Lowry, William C. (1967). "Approaches to Discovery Learning in Mathematics." *The High School Journal.* New York : Chapel Hill N.C.

McCreary, Clara Novella. (1975,August). "An experiment with programmed instruction, guided discovery and lecture text methods of teaching a college mathematics course to freshman," *Dissertation Abstracts International.* 36(7) : 4432-A.

Merrell, Leonard Edd. (1984, June). "The Effects of Computer-Assisted Instruction on the Cognitive Ability Again of Third, fourth, and Fifth grade students," *Dissertation Abstracts International.* 45(12) : 3502-A.

Morse, Nancy C. (1955). *Satisfactions in the White Collar Job.* Michigan : University of Michigan.

Oden, Robin E. (1982,August). "An Assessment of the Effectiveness of Computer Assisted Instruction on Altering Teacher Behavior and the Achievement and Attitudes of Ninth Grade Pre-Algebra Mathematics Students," *Dissertation Abstracts International.* 43 (2) : 355-A.

Park, Kyungmee. (1993,July). "A Comparative Study of the Traditional Calculus Course VS. the Calculus & Mathematica Course (CAI , Calculus & Mathematica)," *Dissertation Abstracts International.* 54 (01) : 119-A.

Pelosi, Chilip Anthony. (1979, July). "The Effects of Verbalization on Using Discovered Mathematics Generalization," *Dissertation Abstracts International.* 40(1) : 142-A.

Prenis, John. (1977). *Running Press Glossary of Computer Terms.* New Jersey : Kaiman and Company,Inc.

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

Rawat, D.S and S.L. Cupta. (1970). Educational Wastage at the Primary Level : *A Handbook For Teacher.* New Delhi : S.K. Kitchula at Nalanda Press.

Robertson, Howard C. (1970, July). "The Effects of the Discovery and Expository Approaches of Presenting and Teaching Selected Mathematics Principles and Relationships to Fourth Grade Pupils," *Dissertation Abstracts International.* 31(10) : 5278-A.

Roselli, T(1991, December). "Control of User Disorientation in Hypertext Systems," *Education Technology.* 31(12) : 42-46.

Sippl,Charles J. (1991). *Macmillan Dictionary of Data communications.* 2nd ed., London : Macmillan Press.

Smith, Alphonso. (1996,June). "Discovery Learning with A Computer Graphics Utility as A Tool in Investigating the Characteristics of Linear Equations : Effects on Student Achievement and Attitudes," *Dissertation Abstracts International.* 56(12) : 4691-A.

Smith, Myrtle Louise Atkinson. (1976, March). "A Comparison of Three Methods of Teaching Freshman Mathematics Lecture , Guided Discovery and Programmed," *Dissertation Abstracts International.* 36(9) : 5879-A.

Spencer, Donal D. (1992). *Webster's New World Dictionary of Computer Terms.* 4th ed., New York : Prentice Hall.

Stolurow, L.M. (1976). "Computer-Aided Instruction," *Encyclopedia of Computer Science.* New York : Macmilan & Free Press. P. 390-400.

Turner, Larry Glen. (1985 , August). "An Evaluation of the Effects of Paired Learning in a Mathematics Computer-Assisted-Instruction Program(Cooperative , Team , Attitudes)," *Dissertation Abstracts International.* 46(12) : 3641-A.

Victoria, Rosenborg and Others. (1993). *Technology Edge : A guide to Multimedia.* Indiana : New Rider Publishing.

Wallerstein, Harvey. (1971). *Dictionary of Psychology.* Maryland : Penguin Book Inc.

Wilson, James W. (1971). " Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics," *In Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.* P.643 – 696. ed. by Benjamin S. Bloom. New York: McGraw – Hill Book.

Wright, Panela A. (1984, October). "A study of Computer Assisted Instruction for Remediation in Mathematics on the Secondary Level, " *Dissertation Abstracts International* 45(4) : 1063-A.

Zinn,K.L. (1976). "Computer-Assisted Instruction (CAI)," *Encyclopedia of Computer Science.* 268-270.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"
- ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ในแต่ละชุด
- ค่าผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"
- ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง(IOC) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"
- ค่า t – test ของความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

ตาราง 7 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.62	0.36	16	0.37	0.24
2	0.56	0.30	17	0.41	0.31
3	0.21	0.46	18	0.30	0.38
4	0.60	0.39	19	0.39	0.28
5	0.42	0.42	20	0.69	0.22
6	0.73	0.55	21	0.50	0.34
7	0.24	0.24	22	0.35	0.29
8	0.48	0.30	23	0.62	0.36
9	0.22	0.21	24	0.75	0.52
10	0.25	0.38	25	0.61	0.26
11	0.50	0.40	26	0.44	0.30
12	0.62	0.50	27	0.52	0.37
13	0.48	0.37	28	0.50	0.38
14	0.44	0.30	29	0.35	0.29
15	0.44	0.24	30	0.24	0.24

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ (r_{tt}) เท่ากับ 0.79

ตาราง 8 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 1 เรื่อง ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)
1	9	10	26	8	10	51	7	10	76	7	10
2	9	8	27	10	10	52	7	9	77	9	9
3	8	10	28	8	9	53	8	9	78	10	9
4	8	10	29	9	9	54	8	10	79	8	10
5	8	10	30	9	8	55	10	10	80	7	9
6	8	9	31	9	9	56	8	9	81	6	10
7	10	10	32	9	8	57	8	9	82	9	10
8	8	8	33	10	10	58	7	9	83	9	7
9	8	10	34	9	7	59	7	9	84	9	9
10	10	9	35	10	10	60	6	9	85	10	10
11	8	8	36	7	8	61	8	9	86	10	9
12	10	10	37	9	7	62	8	10	87	10	9
13	8	8	38	9	10	63	9	10	88	7	7
14	10	9	39	9	8	64	7	9	89	9	8
15	7	10	40	9	7	65	9	7	90	9	9
16	8	10	41	9	10	66	9	9	91	9	7
17	10	10	42	7	10	67	8	10	92	8	10
18	9	10	43	9	10	68	10	7	93	8	9
19	10	8	44	9	7	69	10	9	94	10	10
20	8	6	45	7	7	70	9	9	95	8	9
21	10	10	46	9	10	71	9	7	96	9	8
22	9	9	47	9	7	72	8	9	97	7	6
23	8	9	48	9	8	73	8	9	98	8	10
24	8	10	49	9	10	74	7	7	99	9	7
25	9	8	50	9	9	75	9	9	100	10	10
									รวม	857	891

การคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียนชุดที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} x100}{A}$$

$$= \frac{\frac{857}{100} x100}{10}$$

$$= 85.7$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} x100}{B}$$

$$= \frac{\frac{891}{100} x100}{10}$$

$$= 89.1$$

$$E_1 / E_2 = 85.7 / 89.1$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 1 เท่ากับ 85.7 / 89.1

ตาราง 9 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 2 เรื่อง ค่าฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (25)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (25)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (25)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (25)	ทดสอบ (10)
1	20	9	26	19	9	51	20	7	76	23	8
2	21	10	27	22	9	52	19	7	77	21	8
3	19	9	28	22	9	53	23	8	78	19	8
4	21	9	29	24	9	54	17	8	79	21	7
5	22	9	30	20	9	55	17	10	80	23	9
6	23	9	31	21	9	56	21	9	81	21	8
7	25	10	32	21	9	57	20	7	82	17	8
8	21	10	33	24	9	58	22	6	83	19	7
9	20	10	34	21	9	59	20	7	84	19	8
10	18	9	35	21	10	60	21	8	85	22	8
11	21	9	36	22	9	61	19	10	86	20	10
12	20	8	37	21	9	62	23	8	87	19	8
13	22	10	38	21	9	63	20	9	88	21	7
14	22	8	39	22	9	64	23	8	89	23	7
15	24	9	40	24	9	65	19	10	90	19	8
16	22	9	41	22	10	66	19	8	91	19	8
17	24	9	42	23	9	67	23	8	92	18	10
18	21	9	43	21	9	68	24	8	93	22	7
19	22	9	44	19	9	69	20	8	94	23	10
20	21	9	45	21	10	70	18	7	95	20	7
21	23	9	46	22	9	71	20	8	96	19	8
22	21	10	47	20	9	72	21	8	97	18	8
23	21	7	48	21	9	73	22	8	98	23	7
24	20	10	49	20	10	74	21	8	99	23	8
25	23	9	50	23	9	75	19	8	100	21	8
									รวม	2098	858

การคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียนชุดที่ 2

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} x100}{A}$$

$$= \frac{\frac{2098}{100} x100}{25}$$

$$= 83.92$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} x100}{B}$$

$$= \frac{\frac{858}{100} x100}{10}$$

$$= 85.80$$

$$E_1 / E_2 = 83.92 / 85.80$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 2 เท่ากับ 83.92 / 85.80

ตาราง 10 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 3 เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ อื่น ๆ

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)
1	10	9	26	9	9	51	7	8	76	10	8
2	8	9	27	9	9	52	9	7	77	9	10
3	9	10	28	9	9	53	8	8	78	8	9
4	9	9	29	10	10	54	9	8	79	8	8
5	8	10	30	8	10	55	7	9	80	9	7
6	10	8	31	8	10	56	8	7	81	7	7
7	9	10	32	8	10	57	10	9	82	8	8
8	8	7	33	9	10	58	9	8	83	8	8
9	9	10	34	10	9	59	10	7	84	9	6
10	9	9	35	9	10	60	9	8	85	8	9
11	8	10	36	8	10	61	9	7	86	9	9
12	9	9	37	8	10	62	7	9	87	6	9
13	9	10	38	9	9	63	9	9	88	8	7
14	8	7	39	9	6	64	8	7	89	10	8
15	8	10	40	8	10	65	9	7	90	9	9
16	8	10	41	8	9	66	8	7	91	8	9
17	9	5	42	9	9	67	8	8	92	8	10
18	8	10	43	8	10	68	9	9	93	8	7
19	9	9	44	10	2	69	10	10	94	8	7
20	10	6	45	10	9	70	7	7	95	7	7
21	9	9	46	9	10	71	8	7	96	8	9
22	8	8	47	10	10	72	7	8	97	8	9
23	8	10	48	9	10	73	8	8	98	8	8
24	9	9	49	7	10	74	7	9	99	9	8
25	8	9	50	8	10	75	9	5	100	9	8
									รวม	852	852

การคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียนชุดที่ 3

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} x100}{A}$$

$$= \frac{\frac{852}{100} x100}{10}$$

$$= 85.20$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} x100}{B}$$

$$= \frac{\frac{852}{100} x100}{10}$$

$$= 85.20$$

$$E_1 / E_2 = 85.20 / 85.20$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 3 เท่ากับ 85.20 / 85.20

ตาราง 11 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)
1	11	10	26	13	10	51	14	7	76	11	8
2	15	9	27	13	10	52	14	8	77	13	8
3	13	10	28	14	10	53	13	9	78	11	9
4	14	10	29	13	9	54	13	7	79	12	8
5	12	10	30	13	10	55	12	10	80	14	9
6	13	9	31	12	9	56	10	7	81	14	6
7	13	9	32	12	10	57	11	8	82	15	8
8	13	9	33	12	10	58	13	8	83	12	8
9	13	9	34	11	10	59	13	8	84	14	7
10	14	10	35	14	9	60	14	7	85	12	10
11	13	10	36	14	8	61	13	8	86	11	10
12	10	10	37	11	10	62	14	9	87	13	9
13	12	9	38	11	10	63	12	7	88	13	8
14	13	5	39	14	9	64	12	8	89	11	7
15	13	5	40	11	9	65	11	9	90	12	8
16	13	10	41	14	9	66	13	8	91	13	9
17	14	10	42	13	10	67	12	8	92	14	9
18	14	9	43	11	10	68	12	9	93	13	8
19	11	10	44	14	10	69	11	10	94	13	7
20	14	9	45	12	10	70	14	9	95	14	7
21	14	10	46	12	10	71	13	8	96	11	9
22	13	10	47	12	8	72	13	7	97	13	6
23	13	7	48	12	9	73	12	7	98	12	7
24	11	10	49	13	10	74	11	10	99	15	8
25	13	10	50	14	10	75	12	9	100	11	9
									รวม	1266	875

การคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียนชุดที่ 4

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} x100}{A}$$

$$= \frac{\frac{1266}{100} x100}{15}$$

$$= 84.40$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} x100}{B}$$

$$= \frac{\frac{875}{100} x100}{10}$$

$$= 87.50$$

$$E_1 / E_2 = 84.40 / 87.50$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 4 เท่ากับ 84.40 / 87.50

ตาราง 12 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 5 เรื่อง การอ่านค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)
1	14	9	26	14	10	51	12	8	76	11	9
2	13	8	27	14	10	52	13	7	77	10	8
3	15	6	28	12	8	53	13	8	78	13	9
4	13	9	29	11	9	54	13	7	79	12	8
5	15	10	30	11	7	55	12	9	80	12	8
6	12	10	31	12	8	156	14	8	81	14	6
7	15	9	32	13	8	57	12	9	82	13	9
8	14	8	33	15	7	58	12	7	83	14	8
9	14	8	34	13	7	59	14	8	84	13	7
10	13	8	35	11	10	60	13	9	85	12	9
11	11	7	36	13	9	61	14	7	86	15	8
12	13	8	37	14	10	62	13	8	87	12	8
13	13	8	38	14	9	63	12	9	88	12	6
14	13	7	39	10	9	64	13	7	89	12	7
15	14	10	40	13	8	65	11	6	90	13	8
16	13	8	41	13	8	66	14	8	91	11	9
17	12	9	42	13	9	67	12	9	92	12	10
18	13	8	43	14	9	68	11	8	93	13	8
19	12	7	44	12	7	69	12	9	94	13	9
20	13	6	45	13	7	70	12	10	95	12	8
21	14	10	46	13	8	71	12	9	96	10	9
22	14	9	47	12	8	72	11	9	97	11	7
23	10	7	48	12	9	73	13	8	98	14	8
24	13	10	49	14	10	74	11	10	99	13	8
25	13	9	50	12	8	75	13	9	100	13	10
									รวม	1269	830

การคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียนชุดที่ 5

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} x100}{A}$$

$$= \frac{\frac{1269}{100} x100}{15}$$

$$= 84.60$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} x100}{B}$$

$$= \frac{\frac{830}{100} x100}{10}$$

$$= 83.00$$

$$E_1 / E_2 = 84.60 / 83.00$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 5 เท่ากับ 84.60 / 83.00

ตาราง 13 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนชุดที่ 6 เรื่อง กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)
1	14	8	26	13	10	51	10	7	76	12	8
2	13	8	27	14	9	52	13	8	77	13	7
3	13	7	28	14	8	53	14	9	78	14	8
4	13	8	29	14	10	54	14	8	79	13	9
5	13	10	30	11	9	55	13	10	80	14	8
6	13	10	31	13	9	56	13	9	81	12	7
7	13	9	32	12	10	57	14	10	82	11	9
8	13	8	33	15	9	58	14	8	83	13	8
9	14	8	34	10	7	59	12	7	84	13	8
10	14	8	35	13	10	60	15	8	85	15	10
11	14	7	36	12	8	61	14	10	86	13	9
12	13	8	37	14	9	62	14	6	87	13	9
13	13	9	38	14	10	63	13	7	88	10	6
14	11	6	39	13	8	64	14	9	89	12	8
15	15	10	40	12	9	65	14	8	90	14	8
16	11	9	41	13	7	66	14	7	91	13	9
17	14	8	42	12	10	67	14	8	92	13	10
18	12	7	43	12	9	68	12	9	93	12	7
19	13	7	44	14	7	69	13	9	94	15	6
20	12	8	45	12	7	70	12	8	95	13	9
21	14	10	46	12	8	71	13	7	96	14	8
22	14	10	47	14	8	72	12	8	97	13	8
23	12	8	48	14	9	73	13	6	98	10	7
24	15	10	49	14	10	74	12	10	99	11	8
25	12	8	50	14	9	75	13	7	100	14	9
									รวม	1302	834

การคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียนชุดที่ 6

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} x100}{A}$$

$$= \frac{\frac{1302}{100} x100}{15}$$

$$= 86.80$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} x100}{B}$$

$$= \frac{\frac{834}{100} x100}{10}$$

$$= 83.4$$

$$E_1 / E_2 = 86.80 / 83.40$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 6 เท่ากับ 86.8 / 83.40

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	Pre – test (30คะแนน)	Post – test (30คะแนน)	ผลต่าง (D)	D^2	คนที่	Pre – test (30คะแนน)	Post – test (30คะแนน)	ผลต่าง (D)	D^2
1	10	28	18	324	26	9	27	18	324
2	9	27	18	324	27	6	27	21	441
3	6	25	19	361	28	8	26	18	324
4	8	24	16	256	29	9	25	16	256
5	10	24	14	196	30	9	23	14	196
6	11	26	15	225	31	6	26	20	400
7	8	30	22	484	32	6	26	20	400
8	14	26	12	144	33	7	26	19	361
9	11	21	10	100	34	4	26	22	484
10	7	25	18	324	35	13	30	17	289
11	8	25	17	289	36	8	24	16	256
12	5	25	20	400	37	9	30	21	441
13	13	20	7	49	38	14	25	11	121
14	9	21	12	144	39	14	23	9	81
15	8	23	15	225	40	8	30	22	484
16	8	26	18	324	41	7	27	20	400
17	9	22	13	169	42	11	22	11	121
18	7	27	20	400	43	6	28	22	484
19	7	25	18	324	44	8	26	18	324
20	10	24	14	196	45	8	25	17	289
21	8	24	16	256	46	10	27	17	289
22	10	23	13	169	47	8	22	14	196
23	7	21	14	196	48	9	23	14	196
24	10	30	20	400	49	10	26	16	256
25	10	26	16	256	50	11	24	13	169

การคำนวณค่า t – test Dependent

$\sum D = 821$, $\sum D^2 = 14117$, $N = 50$

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

$$t = \frac{821}{\sqrt{\frac{50(14117) - (821)^2}{50-1}}}$$

$$t = 32.223$$

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	Pre – test (30คะแนน)	Post – test (30คะแนน)	ผลต่าง (D)	D^2	คนที่	Pre – test (30คะแนน)	Post – test (30คะแนน)	ผลต่าง (D)	D^2
1	6	15	9	81	26	5	16	11	121
2	7	22	15	225	27	9	24	15	225
3	9	23	14	196	28	11	18	7	49
4	9	23	14	196	29	12	23	11	121
5	5	24	19	361	30	7	21	14	196
6	7	23	16	256	31	9	20	11	121
7	8	27	19	361	32	10	17	7	49
8	7	26	19	361	33	13	16	3	9
9	4	24	20	400	34	5	14	9	81
10	10	25	15	225	35	10	23	13	169
11	9	16	7	49	36	9	25	16	256
12	6	14	8	64	37	5	20	15	225
13	9	19	10	100	38	11	23	12	144
14	6	26	20	400	39	6	15	9	81
15	8	22	14	196	40	7	20	13	169
16	6	24	18	324	41	12	18	6	36
17	10	23	13	169	42	6	21	15	225
18	11	15	4	16	43	6	19	13	169
19	7	24	17	289	44	3	27	24	576
20	7	26	19	361	45	8	22	14	196
21	8	25	17	289	46	8	16	8	64
22	11	17	6	36	47	6	24	18	324
23	8	15	7	49	48	6	23	17	289
24	5	22	17	289	49	8	24	16	256
25	8	19	11	121	50	9	24	15	225

การคำนวณค่า t – test Dependent

$\sum D = 660$, $\sum D^2 = 9790$, N = 50

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

$$t = \frac{660}{\sqrt{\frac{50(9790) - (660)^2}{50-1}}}$$

$t = 19.90$

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง (IOC) ค่าความแปรปรวน และค่าอำนาจจำแนก (t - test) ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน

รายการประเมิน	IOC	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t-test
ตอนที่ 1			
1. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ข้าพเจ้ามีอิสระในการเรียน	1	0.81	4.91
2. การไปสู่ส่วนต่าง ๆของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกระทำได้สะดวก	1	1.10	6.26
3. คำสั่ง/เครื่องหมายบอกเส้นทางไปยังส่วนต่าง ๆ มีความชัดเจน	1	0.92	4.90
4. การนำเข้าสู่บทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความน่าสนใจ	1	0.48	5.00
5. การสรุปเนื้อหาสาระสำคัญในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความถูกต้อง กระชับ และเข้าใจง่าย	1	0.66	5.59
6. สีตัวอักษร สีพื้นจอ สีภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอ่านง่าย และชัดเจน	1	0.66	5.45
7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	1	0.99	4.33
8. เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากเกินไปทำให้ข้าพเจ้าศึกษาไม่ทันกับเวลาที่กำหนดให้	1	0.62	6.24
9. เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า	1	0.61	5.73
10. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	1	0.70	2.74
11. การออกแบบจอภาพ และการใช้กราฟิกทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสวยงามและน่าสนใจ	1	0.89	3.75
12. ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	0.66	0.87	3.97

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	IOC	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t-test
13. การจัดลำดับเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความต่อเนื่อง และชัดเจน ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจได้ง่าย	0.66	0.72	7.39
14. เสียงดนตรีจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้มีความสุขกับการเรียน	1	0.84	4.71
15. ข้าพเจ้าสามารถทราบผลการสอบและการทำแบบฝึกหัดได้ทันทีจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	1	0.70	6.21
ตอนที่ 2			
1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง	1	0.57	8.93
2. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับกิจกรรมที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยวิธีการค้นพบ	0.66	0.74	4.80
3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ช่วยให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น	1	0.61	5.11
4. ข้าพเจ้ารู้สึกเหนื่อย และเบื่อหน่ายต่อการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ	1	0.70	3.42
5. การเรียนโดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจและสามารถจำได้นาน	1	0.74	4.70
6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า	1	0.51	10.18
7. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบได้ด้วยตนเอง	1	0.61	7.29
8. แบบฝึกหัดในบทเรียนโดยวิธีการค้นพบช่วยฝึกทักษะการคิดคำนวณของข้าพเจ้า	1	0.99	6.28
9. โจทย์ปัญหาในบทเรียนโดยวิธีการค้นพบช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาของข้าพเจ้า	0.66	0.64	4.22
10. กิจกรรมการเรียนรู้โดยการค้นพบกระตุ้นให้ข้าพเจ้าเกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	1	0.56	7.52
11. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนของข้าพเจ้ามากขึ้น	1	0.66	6.09

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	IOC	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t-test
12. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในตัวเองเกี่ยวกับการเรียนมากขึ้น	1	0.54	8.30
13. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น	1	0.75	5.89
14. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีอิสระในการคิดมากขึ้น	1	0.75	4.71
15. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจอยากเรียน อยากทำ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์	1	0.94	2.02

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนทั้งฉบับ เท่ากับ 0.9047

ตาราง 17 ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

ตอนที่ 1		ตอนที่ 2	
ข้อ	$\overline{X}$	ข้อ	$\overline{X}$
1	4.30	1	3.90
2	4.10	2	3.88
3	4.12	3	4.00
4	4.16	4	4.02
5	4.06	5	4.02
6	3.98	6	4.00
7	3.82	7	3.64
8	3.76	8	4.10
9	4.06	9	4.16
10	4.06	10	3.94
11	4.18	11	4.08
12	4.16	12	3.80
13	3.56	13	4.00
14	3.96	14	4.02
15	4.30	15	4.12

การคำนวณค่า t-test one-group

$$t = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{4.01 - 3.5}{\frac{.4072}{\sqrt{50}}} = 8.83$$

ตาราง 18 ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

ตอนที่ 1		ตอนที่ 2	
ข้อ	$\overline{X}$	ข้อ	$\overline{X}$
1	4.38	1	3.98
2	4.30	2	3.84
3	4.02	3	3.86
4	4.26	4	4.00
5	4.16	5	4.16
6	3.86	6	3.94
7	4.02	7	3.88
8	3.64	8	4.26
9	3.82	9	4.10
10	4.12	10	3.88
11	3.84	11	4.06
12	4.36	12	4.00
13	3.88	13	3.78
14	3.96	14	4.06
15	4.30	15	3.86

การคำนวณค่า t-test one-group

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

$$t = \frac{4.02 - 3.5}{\frac{.3999}{\sqrt{50}}} = 9.202$$

ภาคผนวก ข

- แบบทดสอบย่อย
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "
- แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์

ชุดที่ 1 เรื่อง วงกลมหนึ่งหน่วย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 1 บอกนิยามของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

1. เมื่อ (X,Y) เป็นจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว θ หน่วย ข้อใดเป็นความหมายของฟังก์ชันไซน์
   1. เซตของคู่อันดับ (θ , Y)
   2. เซตของคู่อันดับ (Y , θ)
   3. เซตของคู่อันดับ (X , Y)
   4. เซตของคู่อันดับ (θ , X)

จุดประสงค์ที่ 2 บอกวิธีการวัดความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยได้

2. จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $-\frac{8\pi}{3}$ อยู่ในควอดรันต์ใด
   1. ควอดรันต์ที่ 1
   2. ควอดรันต์ที่ 2
   3. ควอดรันต์ที่ 3
   4. ควอดรันต์ที่ 4

จุดประสงค์ที่ 3 หาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยได้

3. โคออร์ดิเนตของจุดสิ้นสุดการวัดกราฟวงกลม 1 หน่วย จากจุด (1,0) ไปยาว 3π หน่วย คือจุดใด
   1. (0,1)
   2. (-1,0)
   3. (1,0)
   4. (0,-1)

4. โคออร์ดิเนตของจุดสิ้นสุดการวัดกราฟวงกลมหนึ่งหน่วยจากจุด (1,0) ไปยาว $-\frac{19\pi}{2}$ หน่วย คือข้อใด
   1. (0,1)
   2. (-1,0)
   3. (1,0)
   4. (0,-1)

5. ความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยในข้อใดที่จุดปลายส่วนโค้งอยู่ที่จุด (0,-1)
   1. $-\frac{\pi}{2}, -\frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, -\frac{7\pi}{2}$
   2. $-\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, -\frac{5\pi}{2}, \frac{7\pi}{2}$
   3. $\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \frac{7\pi}{2}$
   4. $\frac{\pi}{2}, \frac{7\pi}{2}, \frac{9\pi}{2}, \frac{11\pi}{2}$

จุดประสงค์ที่ 4 สามารถหาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ เมื่อ $\theta = n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ โดยที่ $n \in I$

6. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

   1. $\sin \frac{\pi}{2} = 0$ และ $\cos \frac{\pi}{2} = 1$
   2. $\sin \pi = -1$ และ $\cos \pi = 0$
   3. $\sin \frac{3\pi}{2} = 0$ และ $\cos \frac{3\pi}{2} = -1$
   4. $\sin 2\pi = 0$ และ $\cos 2\pi = 1$

7. ผลสำเร็จในข้อใด มีความหมายแตกต่างจากข้ออื่น

   1. $\sin 3\pi - \cos 5\pi$
   2. $\sin (-2\pi) - \cos (-5\pi)$
   3. $\cos \left(-\frac{3\pi}{2}\right) - \sin \left(\frac{3\pi}{2}\right)$
   4. $\cos 8\pi - \sin \left(-\frac{\pi}{2}\right)$

8. ค่าของ $\sin \left(-\frac{3\pi}{2}\right) + \sin \left(-\frac{5\pi}{2}\right) + \sin \left(-\frac{7\pi}{2}\right) + \sin (-2\pi)$ เป็นเท่าใด

   1. –1
   2. 0
   3. 1
   4. 2

9. กำหนดให้ $0 \leq \theta \leq 2\pi$ ค่าของ θ ที่ทำให้ $\cos\theta = -1$ คือข้อใด

   1. π
   2. $-\pi$
   3. $\frac{3\pi}{2}$
   4. 2π

10. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

    1. $\sin 3\pi + \cos 3\pi = 1$
    2. $\cos 8\pi - \sin(-\frac{\pi}{2}) = 1$
    3. $\sin (-5\pi) + \cos(-5\pi) = -1$
    4. $\sin (-5\pi) + \cos (-2\pi) = -1$

แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์
ชุดที่ 2 เรื่อง ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 5 หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{3\pi}{4}, \pm\frac{5\pi}{4}, \ldots$ ได้

1. ขั้นตอนวิธีใดต่อไปนี้บรรทัดใด<u>ผิด</u>

$$\sin\left(-\frac{15\pi}{4}\right) = -\sin\frac{15\pi}{4} \quad (1)$$

$$= -\sin\left(2\pi + \frac{7\pi}{4}\right) \quad (2)$$

$$= -\sin\frac{7\pi}{4} \quad (3)$$

$$= -\sin\left(2\pi - \frac{\pi}{4}\right) \quad (4)$$

$$= -\sin\frac{\pi}{4} \quad (5)$$

$$= -\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (6)$$

1. บรรทัดที่ 1
2. บรรทัดที่ 4
3. บรรทัดที่ 5
4. บรรทัดที่ 6

จุดประสงค์ที่ 6 หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{6}, \pm\frac{5\pi}{6}, \pm\frac{7\pi}{6}, \ldots$ ได้

2. $\cos\frac{25\pi}{6}$ มีค่าเท่ากับข้อใด

1. $\frac{\sqrt{3}}{2}$
2. $\frac{1}{2}$
3. $-\frac{1}{2}$
4. $-\frac{\sqrt{3}}{2}$

3. ค่าของ $\left(\cos\frac{15\pi}{4} + \sin\frac{13\pi}{4}\right) + \left(\sin\frac{\pi}{6} + \cos\frac{\pi}{4}\right)$ เท่ากับจำนวนใด

1. $\frac{1}{2}$
2. $\frac{\sqrt{2}}{2}$
3. $\frac{1-\sqrt{2}}{2}$
4. $\frac{1+\sqrt{2}}{2}$

4. กำหนดให้ $0 \le \theta \le \frac{\pi}{2}$ ค่าของ θ ที่ทำให้ $\sin\theta = \frac{1}{2}$ มีค่าเท่าใด

1. $\frac{\pi}{2}$
2. $\frac{\pi}{3}$
3. $\frac{\pi}{4}$
4. $\frac{\pi}{6}$

จุดประสงค์ที่ 7 หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{4\pi}{3}, \pm\frac{5\pi}{3}, \ldots$ ได้

5. ค่าของ $2\sin\frac{11\pi}{6} + \cos\frac{11\pi}{3} + \sin^2\frac{3\pi}{4}$ เท่ากับเท่าใด

   1. -1 2. 0 3. 2 4. $1-\sqrt{2}$

6. ค่าของ $\cos\frac{25\pi}{4}\cos\frac{15\pi}{4} - \sin\frac{16\pi}{3}\sin\frac{13\pi}{4}$ เท่ากับจำนวนใด

   1. $\frac{2+\sqrt{6}}{2}$ 2. $\frac{2+\sqrt{6}}{4}$
   3. $\frac{2-\sqrt{6}}{2}$ 4. $\frac{2-\sqrt{6}}{4}$

7. ค่าของ $\sin\frac{11\pi}{3}(\cos\frac{7\pi}{6} - 2\sin\frac{8\pi}{3})$ คือข้อใด

   1. $-\frac{9}{4}$ 2. $-\frac{3}{4}$ 3. $\frac{3}{4}$ 4. $\frac{9}{4}$

จุดประสงค์ที่ 8 หาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงที่กำหนดให้ได้โดยอาศัยค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงตั้งแต่ 0 ถึง $\frac{\pi}{2}$ ในกรณีที่มีจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 2 ($\frac{\pi}{2} \le \theta \le \pi$) หรือ ในควอดรันต์ที่ 4 ($-\frac{\pi}{2} \le \theta \le 0$)

8. $\sin(3\pi - 0.3090)$ เท่ากับข้อใด

   1. $-\sin 0.6910$ 2. $-\sin 0.3090$ 3. $\sin 0.3090$ 4. $\sin 0.6910$

9. ถ้า $\cos\frac{\pi}{7} = 0.901$ แล้ว $\cos\frac{13\pi}{7}$ มีค่าเท่ากับเท่าใด

   1. 0.099 2. 0.901 3. -0.099 4. -0.901

จุดประสงค์ที่ 9 หาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงที่กำหนดให้ได้โดยอาศัยค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงตั้งแต่ 0 ถึง $\frac{\pi}{2}$ ในกรณีที่มีจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 3 ($\pi \le \theta \le \frac{3\pi}{2}$) หรือ ในควอดรันต์ที่ 4 ($\frac{3\pi}{2} \le \theta \le 2\pi$)

10. กำหนดให้ $0 \le \theta \le \frac{\pi}{2}$ และ $\cos\theta = 0.8090$ ค่าของ $\cos(\theta - \pi)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

    1. 0.1910 2. 0.8090 3. -0.1910 4. -0.8090

แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์
ชุดที่ 3 เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 10 บอกนิยามของฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ ได้

1. ข้อใดต่อไปนี้ผิด

   1. $\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$ เมื่อ $\cos\theta \neq 0$
   2. $\sec\theta = \frac{1}{\cos\theta}$ เมื่อ $\cos\theta \neq 0$
   3. $\operatorname{cosec}\theta = \frac{1}{\sin\theta}$ เมื่อ $\sin\theta \neq 0$
   4. $\cot\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$ เมื่อ $\cos\theta \neq 0$

จุดประสงค์ที่ 11 บอกความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันตรีโกณมิติต่างๆ ได้

2. $\sin\theta \cdot \cot^2\theta \cdot \sin^2\theta$ มีค่าเท่าใด

   1. 1
   2. $\sin\theta - \sin^3\theta$
   3. $\sin^2\theta + \sec^2\theta$
   4. $\cos^2\theta + \operatorname{cosec}^2\theta$

จุดประสงค์ที่ 12 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนจริงบางจำนวนได้ครบทั้งหกฟังก์ชัน

3. $\operatorname{cosec}\left(-\frac{14\pi}{3}\right)$ มีค่าเท่าใด

   1. 2
   2. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
   3. –2
   4. $-\frac{2\sqrt{3}}{3}$

4. ค่า X จากสมการ $X^2 \tan\frac{\pi}{4} - X\sin\frac{\pi}{2}\cos\frac{\pi}{3} = \sqrt{2}\operatorname{cosec}\frac{\pi}{4} - \sec\frac{\pi}{3}$ ตรงกับข้อใด

   1. 1.5 , 1
   2. 1 , 0
   3. 0 , 0.5
   4. 0.5 , 1

5. ค่าของ $\tan\frac{7\pi}{4} - \cot\frac{3\pi}{4} - \operatorname{cosec}\frac{5\pi}{3}$ เท่ากับข้อใด

1. $-\frac{2\sqrt{3}}{3}$ 2. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 3. 2 4. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

6. ค่าของ $\sin\frac{2\pi}{3}\tan\frac{7\pi}{6} + \cos\frac{\pi}{6}\cot\left(-\frac{5\pi}{3}\right)$ เท่ากับข้อใด

1. $3\sqrt{3}$ 2. 2 3. 1 4 $\frac{1}{2\sqrt{3}}$

7. ถ้า $\theta = \frac{23\pi}{6}$ แล้วข้อใดถูกต้อง

1. $\tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 2. $\operatorname{cosec}\theta = 2$

2. $\sec\theta = -\frac{2}{\sqrt{3}}$ 4. $\cot\theta = -\sqrt{3}$

8. ค่าของ X จากสมการ $\sqrt{2}\ X^2 \sec\frac{\pi}{4} + \sqrt{3}\,X \tan\frac{\pi}{6} = 1$ ตรงกับข้อใด

1. $\frac{1}{2}, 1$ 2. $-\frac{1}{2}, 1$

3. $-1, -\frac{1}{2}$ 4. $-1, \frac{1}{2}$

จุดประสงค์ที่ 13 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนจริงบางจำนวนได้ครบทั้งหกฟังก์ชัน เมื่อจุดปลายส่วนโค้งเท่ากับ $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$ ($n \in I$)

9. $\sec(90^\circ + \theta)\tan(180^\circ + \theta)\sin(90^\circ - \theta)$ เป็นเท่าใด

1. 0 2. 1 3. –1 4. 2

10. ค่าของ $\frac{\cos(\frac{\pi}{2}+\theta)\sin(\pi-\theta)\tan(\pi+\theta)}{\tan(-\theta)\cot(\frac{\pi}{2}-\theta)\cos(2\pi-\theta)}$ เท่ากับเท่าใด

1. $-\cos\theta$ 2. $-\sin\theta$ 3. $\cos\theta$ 4. $\sin\theta$

แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์
ชุดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

<u>คำสั่ง</u> เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 14 เปลี่ยนขนาดของมุมในหน่วยองศาให้เป็นหน่วยเรเดียนและเปลี่ยนขนาดของมุมในหน่วยเรเดียนให้เป็นหน่วยองศาได้

1. ถ้ารูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่ง มีมุม 2 มุมกาง 20° และ $\frac{5\pi}{6}$ เรเดียน แล้ว ขนาดของมุมที่เหลือเท่ากับข้อใด

   1. $-\frac{\pi}{9}$ เรเดียน
   2. $\frac{2\pi}{15}$ เรเดียน
   3. $\frac{\pi}{18}$ เรเดียน
   4. $\frac{5\pi}{15}$ เรเดียน

จุดประสงค์ที่ 15 บอกค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมบางมุม เช่น 0° , $\pm30^\circ$, $\pm45^\circ$, $\pm60^\circ$, $\pm90^\circ$, $\pm180^\circ$, และ $\pm270^\circ$ ได้

2. ค่าของ $\tan 120^\circ \cot 150^\circ + \sec 120^\circ \operatorname{cosec} 150^\circ$ มีค่าเท่าใด

   1. 7
   2. 2
   3. -1
   4. -3

3. ค่าของ $\frac{\cos(-288^\circ)\cot 72^\circ}{\tan(-162^\circ)\sin 108^\circ} - \tan 18^\circ$ เป็นเท่าใด

   1. 0
   2. 1
   3. $2\tan 18^\circ$
   4. $2\cot 18^\circ$

4. ค่าของ $\sin 30^\circ \cos 210^\circ \sec 240^\circ$ ตรงกับค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติใด

   1. $\sin\frac{4\pi}{3}$
   2. $\cos\frac{17\pi}{6}$
   3. $\sin\left(-\frac{5\pi}{3}\right)$
   4. $\cos\left(-\frac{5\pi}{6}\right)$

5. ค่าของ $\frac{\sin 24^\circ}{\sec 66^\circ} + \frac{\sin 66^\circ}{\sec 24^\circ} - \tan 135^\circ$ ตรงกับข้อใด

1. -1 2. 0 3. 1 4. 2

6. ค่าของ X จากสมการ

$x \cos(-690^\circ)\sin(-480^\circ) - 2x \tan^2 315^\circ \cot^2 390^\circ = 9$ เท่ากับข้อใด

1. $-\frac{5}{3}$ 2. $-\frac{4}{3}$ 3. $\frac{4}{3}$ 4. $\frac{5}{3}$

จุดประสงค์ที่ 16 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมได้ เมื่อกำหนดขนาดของมาให้

7. ถ้า $\sin\theta = \frac{3}{4}$ เมื่อ $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ แล้ว $\sec\theta$ มีค่าเท่าใด

1. $\frac{4\sqrt{7}}{7}$ 2. $\frac{4}{3}$ 3. $-\frac{4\sqrt{7}}{7}$ 4. $-\frac{4}{3}$

จุดประสงค์ที่ 17 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านมาให้

8. ถ้า $\tan 20^\circ = a$ แล้ว $\tan 70^\circ \sin 200^\circ \operatorname{cosec} 250^\circ$ มีค่าตรงข้อใด

1. a 2 $\frac{1}{a}$ 3. -1 4. 1

จุดประสงค์ที่ 18 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยอาศัยฟังก์ชันตรีโกณมิติ

9. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีมุม B เป็นมุมฉาก $A = 60^\circ$ และ $AB = 10$ หน่วย ความยาวของด้าน AC ยาวเท่ากับเท่าใด

1. $\frac{10\sqrt{3}}{3}$ 2. $\frac{20\sqrt{3}}{3}$ 3. $5\sqrt{3}$ 4. 20

10. ศักดายืนอยู่บนดาดฟ้าของภัตตาคารแห่งหนึ่งซึ่งสูง 80 เมตร เขามองเห็นรถยนต์คันหนึ่งจอดอยู่บนถนน และทำมุม 30° กับระดับสายตา ระยะห่างระหว่างรถยนต์และภัตตาคารเป็นเท่าใด

1. $80\sqrt{3}$ เมตร 2. $\frac{80\sqrt{3}}{3}$ เมตร

3. 160 เมตร 4. $\frac{160\sqrt{3}}{3}$ เมตร

แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์
ชุดที่ 5 เรื่อง การอ่านค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 10 นาที

<u>คำสั่ง</u> เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 19 อ่านและหาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตารางได้

1. จากตารางค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติคู่ใดคล้ายกัน
   1. ค่าจำนวนจริงเพิ่มขึ้นค่า cos และ sin ลดลง
   2. ค่าจำนวนจริงเพิ่มขึ้นค่า sin และ tan เพิ่มขึ้น
   3. ค่าจำนวนจริงเพิ่มขึ้นค่า cos และ tan ลดลง
   4. ค่าจำนวนจริงเพิ่มขึ้นค่า cot และ tan เพิ่มขึ้น

จุดประสงค์ที่ 20 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติได้ เมื่อกำหนดตารางค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติให้

2. ค่าของ $\cos 63^{\circ}30'$ = 0.4617 และ $\cos 63^{\circ}40'$ = 0.4592 ค่าของ $\cos 63^{\circ}36'$ มีค่าตรงกับข้อใด
   1. 0.4602
   2. 0.4600
   3. 0.4588
   4. 0.4590

3. ค่าของ $\sin 83^{\circ}50'$ = 0.9942 และ $\sin 84^{\circ}$ = 0.9945 ดังนั้นถ้ามุมเพิ่มขึ้น $10'$ ค่าของ sin ตรงกับข้อใด
   1. ค่าของ sin จะเพิ่มขึ้น 0.003
   2. ค่าของ sin จะลดลง 0.003
   3. ค่าของ sin จะเพิ่มขึ้น 0.0003
   4. ค่าของ sin จะลดลง 0.0003

4. กำหนดให้ tan 0.8588 = 1.257 และ tan 0.9018 = 1.265 ค่าของ tan 0.9 มีค่าเท่าใด
   1. 1.1225
   2. 1.2548
   3. 1.2602
   4. 1.2662

5. กำหนดให้ $\sin 40^{\circ}20'$ = 0.6988 ค่าของ $\cos 49^{\circ}40'$ ตรงกับข้อใด
   1. 0.3494
   2. 0.3498
   3. 0.6582
   4. 0.6988

6. กำหนดให้ $\pi \approx 3.1416$, $\cos 0.4072 = 0.9182$ และ $\cos 0.4102 = 0.9171$ ดังนั้น $\cos 3.55$ มีค่าเท่ากับจำนวนใด

   1. -0.9178
   2. 0.9176
   3. –0.9175
   4. 0.9174

7. กำหนดให้ $\pi \approx 3.14$ และ $\cos 1.14 = 0.4176$ แล้วค่าประมาณของ $\cos 2$ เท่ากับจำนวนใด

   1. -0.4176
   2. -0.5824
   3. $3.14 - 0.4176$
   4. $3.14 + 0.4176$

จุดประสงค์ที่ 21 หาค่าของจำนวนจริง (หรือมุม) ได้เมื่อกำหนดค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวน (หรือมุม) นั้น ๆ ให้

8. กำหนดให้ $\tan 29^{\circ}30' = 0.5658$, $\tan 29^{\circ}40' = 0.5696$ ถ้า $\tan \theta = -0.5678$ θ มีค่าประมาณเท่าใด เมื่อ $0 < \theta < 180^{\circ}$

   1. 150°
   2. $150^{\circ}15'$
   3. $150^{\circ}20'$
   4. $150^{\circ}25'$

9. กำหนด $\cos 0.9250 = 0.6018$ และ $\cos 0.9279 = 0.5995$ ถ้า $\cos \theta = 0.6$ แล้ว θ มีค่าประมาณเท่าใด

   1. 0.9253
   2. 0.9268
   3. 0.9273
   4. 0.9288

10. กำหนดค่าของ $\cos 42^{\circ}10' = 0.7412$ และ $\cos 42^{\circ}20' = 0.7392$ ถ้า $\cos \theta = -0.7402$ แล้ว ค่าของ θ ตรงกับข้อใด เมื่อ $0 < \theta < 180^{\circ}$

    1. $42^{\circ}15'$
    2. $42^{\circ}18'$
    3. $137^{\circ}45'$
    3. $137^{\circ}42'$

แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์
ชุดที่ 6 เรื่อง กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

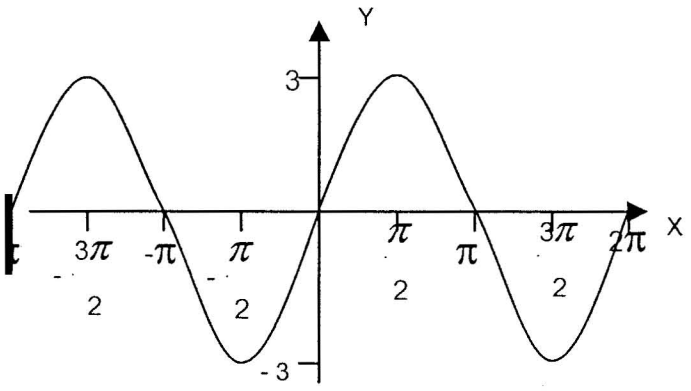
<u>คำสั่ง</u> เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 22 เขียนและบอกลักษณะกราฟของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

1. ข้อใดต่อไปนี้ ข้อใดถูก

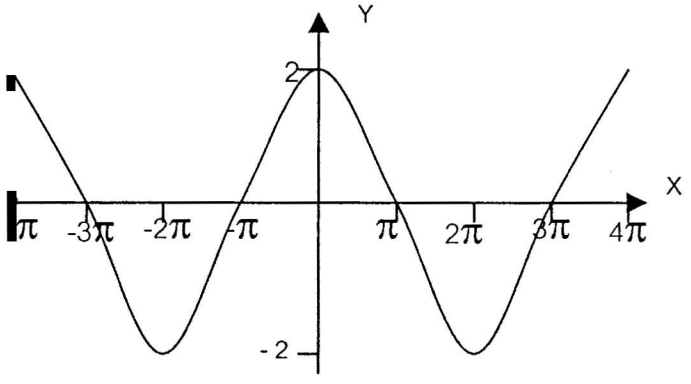
   1. sin x มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(-\frac{\pi}{2}, -\pi)$
   2. cos x มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(-\frac{3\pi}{2}, -\pi)$
   3. tan x มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(\frac{\pi}{2}, \pi)$
   4. cot x มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(\frac{\pi}{2}, \pi)$

2. กราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟของฟังก์ชันในข้อใด



   1. y = sin 3x
   2. y = 3 sinx
   3. y = 3 + sinx
   4. y = 3 + sin3x

3. กราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟของฟังก์ชันในข้อใด



   1. y = 2cos 2x
   2. y = 2sin 2x
   3. $y = 2\cos\frac{x}{2}$
   4. $y = 2\sin\frac{x}{2}$

จุดประสงค์ที่ 23 บอกค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

4. ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของ $y = 2\cos 2x$ เมื่อ $0 \leq x \leq 2\pi$ คือข้อใด

   1. ไม่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด
   2. ค่าสูงสุด คือ 2π และค่าต่ำสุด คือ 0
   3. ค่าสูงสุด คือ 1 และค่าต่ำสุด คือ –1
   4. ค่าสูงสุด คือ 2 และค่าต่ำสุด คือ -2

จุดประสงค์ที่ 24 บอกแอมพลิจูดและคาบของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

5. แอมพลิจูด $y = \cos(\frac{1}{2}x)$ มีค่าเท่าใด

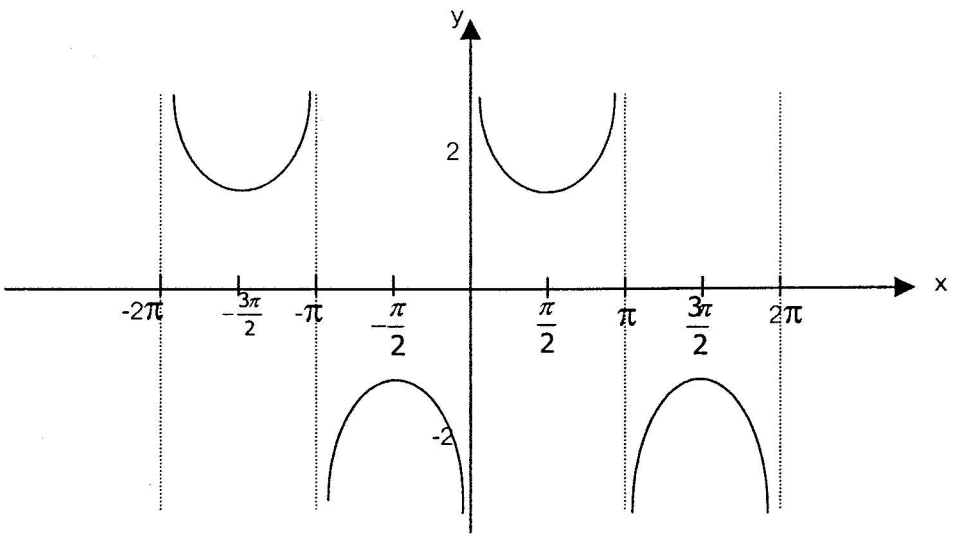
   1. $\frac{1}{2}$
   2. 1
   3. 2
   4. 4

6. คาบของ $y = -\frac{1}{3}\sin(\frac{1}{2}x)$ มีค่าเท่าใด

   1. 1π
   2. 2π
   3. 4π
   4. ไม่มีแอมพลิจูด

จุดประสงค์ที่ 25 เขียนสมการฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ แทนกราฟที่กำหนดได้

7. กราฟที่กำหนดให้ ตรงกับสมการในข้อใด



   1. $y = -2\sec x$
   2. $y = -2\ \mathrm{cosec}\ x$
   3. $y = 2\sec x$
   4. $y = 2\mathrm{cosec}\ x$

จุดประสงค์ที่ 26 บอกคาบและแอมปลิจูดของฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ ได้

8. แอมพลิจูดของ $y = \frac{1}{3}\cot(2x + \pi)$ มีค่าเท่าใด

   1. 1
   2. 2
   3. $\frac{1}{3}$
   4. ไม่มีแอมพลิจูด

9. คาบของ $y = 4\sec 3x$ มีค่าเท่าใด

   1 $\frac{\pi}{2}$

   2 $\frac{\pi}{3}$

   3 $\frac{2\pi}{3}$

   4 π

จุดประสงค์ที่ 27 แก้โจทย์ปัญหาโดยการใช้กราฟได้

10. ให้ $y = 0.002 \sin(400\pi t)$ เป็นสมการของคลื่นเสียง เมื่อ t แทนเวลาเป็นวินาที แล้วค่าต่ำสุดและคาบของฟังก์ชันเป็นเท่าใด

    1. 0.002 , 400 วินาที
    2. –0.002 , $\frac{1}{200}$ วินาที
    3. –0.002 , $\frac{1}{400}$ วินาที
    4. –0.002 , $\frac{1}{800}$ วินาที

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. ห้ามทำเครื่องหมายใดๆ ลงในข้อสอบ
3. เมื่อทำเสร็จแล้วกรุณาคืนแบบทดสอบด้วย
4. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
5. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

จุดประสงค์ที่ 1 หาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว nπ, $\frac{n\pi}{2}$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็ม

1. โคออร์ดิเนตของจุดสิ้นสุดความยาวส่วนโค้งบนวงกลมหนึ่งหน่วยจากจุด (1,0) ไปยาว 19π หน่วย คือ ข้อใด

   ก. (0 , 1) ข. (0 , -1) ค. (1 , 0) ง. (-1 , 0)

จุดประสงค์ที่ 2 บอกควอดรันต์ของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยได้

2. ข้อต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

   ก. พิกัดบนส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อความยาวส่วนโค้ง (θ) ที่เริ่มวัดจากจุด (1 , 0) ยาว 4π หน่วย คือ จุด (0,1)

   ข. ให้ θ เป็นส่วนโค้งบนวงกลมหนึ่งหน่วย ที่เริ่มวัดจากจุด (1 , 0) จะได้ว่า $-\frac{13\pi}{6}$ อยู่ในควอดรันต์ที่ 1

   ค. ให้ θ เป็นส่วนโค้งบนวงกลมหนึ่งหน่วย ที่เริ่มวัดจากจุด (1 , 0) จะได้ว่า $\frac{2\pi}{3}$ และ $-\frac{4\pi}{3}$ อยู่ที่พิกัดเดียวกัน

   ง. ให้ θ เป็นส่วนโค้งบนวงกลมหนึ่งหน่วย ที่เริ่มวัดจากจุด (1 , 0) จะได้ว่า $\frac{15\pi}{4}$ อยู่ในควอดรันต์ที่ 2

จุดประสงค์ที่ 3 บอกนิยามของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

3. เมื่อ θ เป็นความยาวของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยซึ่งวัดจาก (1,0) ถึงจุด (x,y) ข้อใดคือคู่อันดับฟังก์ชันโคไซน์

ก. (θ, Y) ข. (Y, θ)

ค. (X, θ) ง. (θ, X)

จุดประสงค์ที่ 4 สามารถหาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ เมื่อ $\theta = n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ โดยที่ $n \in I$

4. คำตอบในข้อใดมีค่าต่างไปจากข้ออื่น

ก. $\sin\left(-\frac{3\pi}{2}\right) + \cos(-\pi)$ ข. $\sin\frac{\pi}{2} + \cos(-5\pi)$

ค. $\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) - \cos 3\pi$ ง. $\sin\frac{3\pi}{2} - \cos 4\pi$

จุดประสงค์ที่ 5 หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{3\pi}{4}, \pm\frac{5\pi}{4}, \ldots$ ได้

จุดประสงค์ที่ 6 หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{6}, \pm\frac{5\pi}{6}, \pm\frac{7\pi}{6}, \ldots$ ได้

จุดประสงค์ที่ 7 หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{4\pi}{3}, \pm\frac{5\pi}{3}, \ldots$ ได้

5. ค่าของ $\sin\frac{31\pi}{6} + \cos(-\frac{11\pi}{3}) + \tan\frac{27\pi}{4}$ เท่ากับข้อใด

ก. –2 ข. –1 ค. 0 ง. 1

จุดประสงค์ที่ 8 หาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงที่กำหนดให้ได้โดยอาศัยค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงตั้งแต่ 0 ถึง $\frac{\pi}{2}$ ในกรณีที่มีจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 2 ($\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi$) หรือ ในควอดรันต์ที่ 4 ($-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0$)

6. ค่าของ $\cos(\pi - \frac{\pi}{3}) - \sin\frac{37\pi}{6}$ เท่ากับเท่าใด

ก. –2 ข. –1 ค. 1 ง. 2

จุดประสงค์ที่ 9 หาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงที่กำหนดให้ได้โดยอาศัยค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงตั้งแต่ 0 ถึง $\frac{\pi}{2}$ ในกรณีที่มีจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 3 ($\pi \leq \theta \leq \frac{3\pi}{2}$) หรือ ในควอดรันต์ที่ 4 ($\frac{3\pi}{2} \leq \theta \leq 2\pi$)

7. กำหนดข้อความต่อไปนี้

1. $\sin(\theta - 3\pi) - \sin(6\pi - \theta) - \cos(-\theta - 5\pi) + \cos(\theta - 11\pi) = 0$
2. ถ้า $\theta = \frac{11\pi}{4}$ แล้ว $\sin^2(\theta - 35\pi) - \cos^2(\theta - 69\pi) = \sqrt{2}$

ข้อใดสรุปถูกต้อง

ก. ข้อ 1 ถูกเพียงข้อเดียว
ข. ข้อ 2 ถูกเพียงข้อเดียว
ค. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ถูก
ง. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ผิด

จุดประสงค์ที่ 10 บอกนิยามของฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ ได้

8. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. $\cot\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$ เมื่อ $\cos\theta \neq 0$
ข. $\sec\theta = \frac{1}{\sin\theta}$ เมื่อ $\sin\theta \neq 0$
ค. $\tan\theta = \frac{1}{\cot\theta}$ เมื่อ $\cot\theta \neq 0$
ง. $\operatorname{cosec}\theta = \frac{1}{\cos\theta}$ เมื่อ $\cos\theta \neq 0$

จุดประสงค์ที่ 11 บอกความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันตรีโกณมิติต่างๆ ได้

9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. ถ้า $0 \leq A \leq \frac{\pi}{2}$ และ $\cos(\pi - A) + 2\cos(2\pi - A) = \sin\frac{13\pi}{6}$ แล้ว $\cos A = \frac{1}{2}$
2. ถ้า $0 < A < \frac{\pi}{2}$ แล้ว $\frac{\operatorname{cosec}(\pi - A)}{\sec(A - \pi)} \cdot \frac{\cos(-A)}{\sin(A - \pi)} = -\cot^2 A$

ก. ข้อ 1 ถูกเพียงข้อเดียว
ข. ข้อ 2 ถูกเพียงข้อเดียว
ค. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ถูก
ง. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ผิด

จุดประสงค์ที่ 12 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนจริงบางจำนวนได้ครบทั้งหกฟังก์ชัน

10. ค่าของ $2\,\text{cosec}^2\frac{\pi}{4} - \sec^2\frac{\pi}{3} + \cot\frac{5\pi}{6}\tan\frac{\pi}{3}$ เท่ากับเท่าใด

ก. –3 ข. –4 ค. 4 ง. 3

11. ค่าของ x ที่ทำให้ $x^2\sec^2\frac{\pi}{4} - 10x\sin\frac{\pi}{6} - 3\cot^2\frac{\pi}{4} = 0$ เป็นจริงคือข้อใด

ก. $\frac{1}{2}, 3$ ข. $-3, -\frac{1}{2}$ ค. $-\frac{1}{2}, 3$ ง. $-3, \frac{1}{2}$

จุดประสงค์ที่ 13 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนจริงบางจำนวนได้ครบทั้งหกฟังก์ชัน เมื่อจุดปลายส่วนโค้งเท่ากับ $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$ $(n \in I)$

12. ค่าของ $\cos(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6})\sin(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{3})\tan(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4})$ เท่ากับเท่าใด

ก. $\frac{1}{4}$ ข. $\frac{1}{3}$ ค. $\frac{1}{2}$ ง. 0

จุดประสงค์ที่ 14 เปลี่ยนขนาดของมุมในหน่วยองศาให้เป็นหน่วยเรเดียนและเปลี่ยนขนาดของมุมในหน่วยเรเดียนให้เป็นหน่วยองศาได้

13. มุมทั้ง 3 ของรูป $\triangle$ กาง $\frac{3x}{2}$ องศา , $\frac{3x}{5}$ องศา , และ $\frac{\pi x}{75}$ เรเดียน ดังนั้นผลต่างของมุมเล็กสุด และมุมที่ใหญ่ที่สุดตรงกับข้อใด

ก. 68° ข. 72° ค. 86° ง. 96°

จุดประสงค์ที่ 15 บอกค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมบางมุม เช่น 0° , $\pm30^\circ$, $\pm45^\circ$, $\pm60^\circ$, $\pm90^\circ$, $\pm180^\circ$, และ $\pm270^\circ$ ได้

14. ค่าของ $\frac{2\sin(-330^\circ) + \tan(-405^\circ)}{\cot^2 225^\circ}$ เท่ากับเท่าใด

ก. 0 ข. –2 ค. $-\sqrt{3} - 1$ ง. $\sqrt{3} + 1$

15. ให้ $A = 2\sin(-330^\circ) + \sin^2(-405^\circ)$

$$B = \sin\left(\frac{7\pi}{6}\right) + \cos^2\frac{13\pi}{4}$$

A + B เท่ากับข้อใด

ก. $\frac{1}{2}$ ข. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ค. $\sqrt{2}$ ง. $\frac{3}{2}$

จุดประสงค์ที่ 16 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมได้ เมื่อกำหนดขนาดของมุมมาให้

16. กำหนด $\sin 19^\circ = k$ ค่าของ $\frac{\sin 251^\circ - \cos 341^\circ}{\cot 109^\circ}$ เท่ากับข้อใด

ก. $\frac{2}{k} + 1$ ข. $\frac{2}{k} - 2k$ ค. $\frac{2}{k} + k$ ง. $2k + \frac{1}{k}$

17. ถ้า $7\cot\theta = 6$ แล้ว ค่าของ $\frac{21\cos\theta - 8\sin\theta}{\cos\theta + 2\sin\theta}$ เท่ากับข้อใด

ก. $\frac{4}{7}$ ข. $\frac{6}{7}$ ค. $\frac{7}{3}$ ง. $\frac{7}{2}$

จุดประสงค์ที่ 17 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านมาให้

18. รูปสามเหลี่ยม ABC มี ABC เป็นมุมฉาก $\overline{BC}$ ยาว 6 หน่วย , $B\hat{C}D = 60^\circ$ ลาก $\overline{BD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ ที่จุด D แล้ว AD มีค่าเท่าใด

ก. $3\sqrt{3}$ หน่วย ข. $9\sqrt{3}$ หน่วย

ค. 3 หน่วย ง. 9 หน่วย

จุดประสงค์ที่ 18 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยอาศัยฟังก์ชันตรีโกณมิติ

19. นายคณิต และนายเรขา ยืนกลางสนามด้านเดียวกันมองไปที่ยอดเสาธงเป็นมุม 30° และ 60° ตามลำดับ ซึ่งเสาธงมีความสูง 15 เมตร อยากทราบว่านายคณิต และนายเรขา ยืนอยู่ห่างกันเท่าใด

ก. $20\sqrt{3}$ หน่วย ข. $15\sqrt{3}$ หน่วย

ค. $10\sqrt{3}$ หน่วย ง. $5\sqrt{3}$ หน่วย

จุดประสงค์ที่ 19 อ่านและหาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตารางได้

20. กำหนดให้ $\cos 70^\circ = 0.3420$ ดังนั้น $\cos 290^\circ$ มีค่าเท่าใด

ก. 0.6580 ข. 0.3420

ค. –0.6580 ง. –0.3420

21. กำหนดให้ $\sin 77^\circ 10' = 0.9750$ และ $\sin 77^\circ 20' = 0.9757$ $\sin 77^\circ 18'$ มีค่าเท่าใด

ก. 0.9744 ข. 0.9751

ค. 0.9756 ง. 0.9763

จุดประสงค์ที่ 20 หาค่าของจำนวนจริง (หรือมุม) ได้เมื่อกำหนดค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวน (หรือมุม) นั้น ๆ ให้

22. กำหนด $\cos 0.9250 = 0.6018$ และ $\cos 0.9279 = 0.5995$

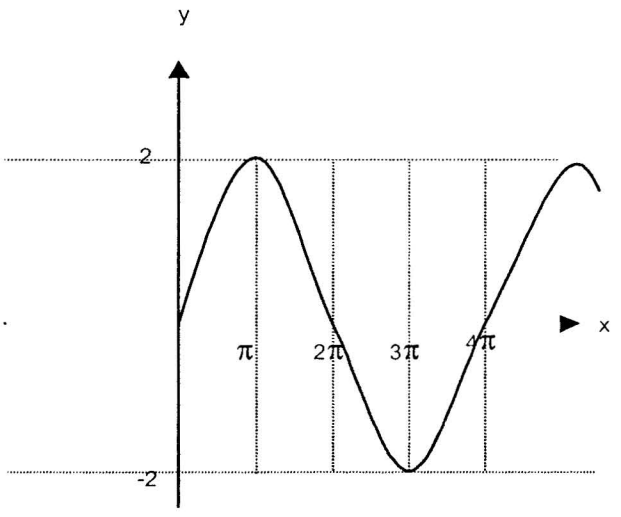
ถ้า $\cos \theta = 0.6$ แล้ว θ มีค่าประมาณเท่าใด

ก. 0.9253 ข. 0.9268

ค. 0.9273 ง. 0.9288

จุดประสงค์ที่ 21 เขียนและบอกลักษณะกราฟของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

23. กราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟของสมการในข้อใด



ก. $y = \sin x$

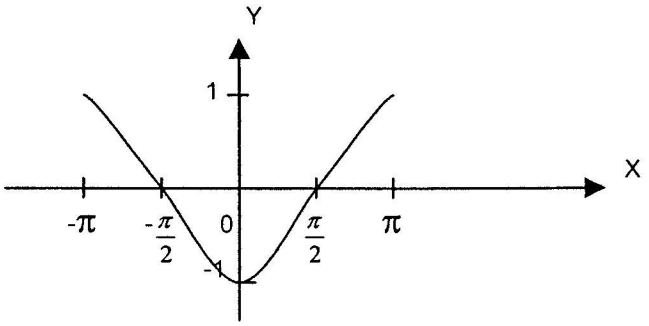
ข. $y = 2 \sin x$

ค. $y = 2 \sin \frac{x}{2}$

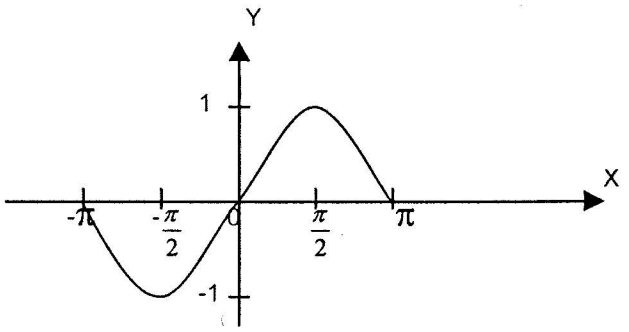
ง. $y = 2 \sin 2x$

24. ในช่วง $-\pi \leq \theta \leq \pi$ กราฟของ y = cos x ตรงกับข้อใด

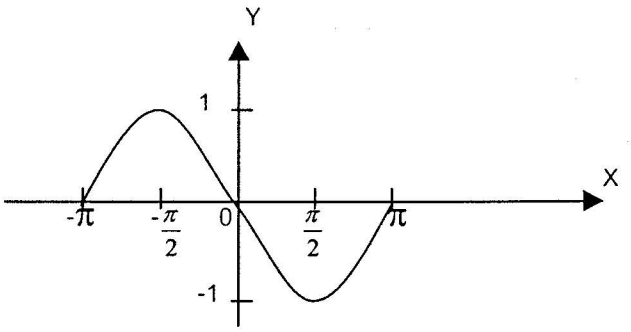
ก.



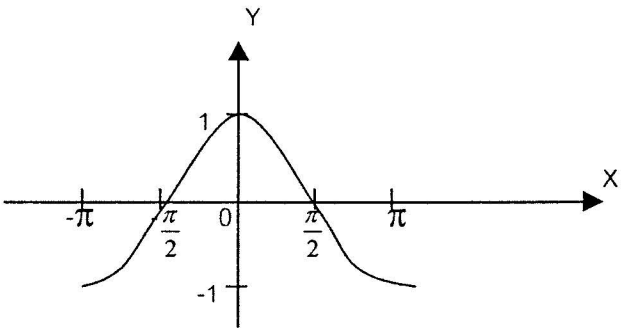
ข.



ค.



ง.



25. ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดถูกต้อง

ก. $\sin x$ มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(-\frac{3\pi}{2},-\pi)$

ข. $\cos x$ มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(-\frac{3\pi}{2},-\pi)$

ค. $\tan x$ มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(\frac{\pi}{2},\pi)$

ง. $\cot x$ มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง $(\frac{\pi}{2},\pi)$

จุดประสงค์ที่ 22 บอกค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

26. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง

ก. $|\sin x| \geq 1$ เมื่อ $x \in R$

ข. $|\cos x| \leq 1$ เมื่อ $x \in R$

ค. $|\tan x| \leq 1$ เมื่อ $x \in R$

ง. $|\sec x| \leq 1$ เมื่อ $x \in R$

จุดประสงค์ที่ 23 บอกแอมพลิจูดและคาบของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้

27. ข้อใดคือความยาวของคาบ และแอมพลิจูดของฟังก์ชัน $y = -4 \sin \frac{1}{2} x$ ตามลำดับ

ก. π , 1

ข. 2π , 2

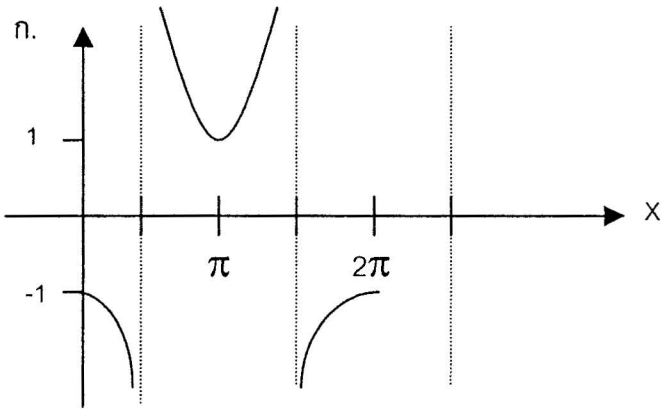
ค. 4π , 4

ง. 8π , 8

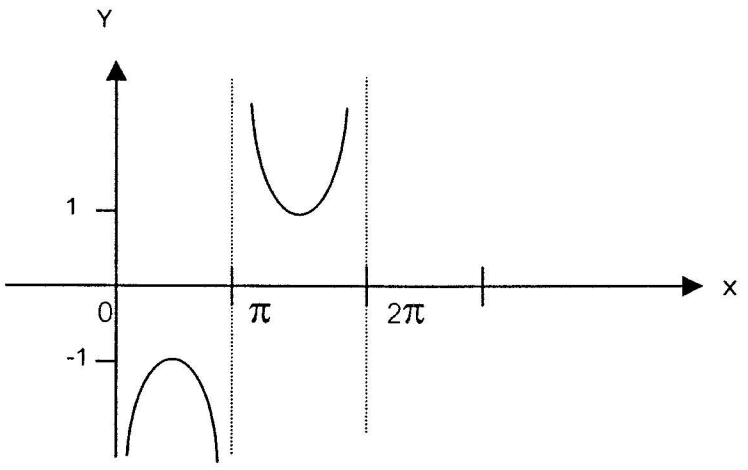
จุดประสงค์ที่ 24 เขียนสมการฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ แทนกราฟที่กำหนดได้

28. กราฟ $y = \sec x$ ในช่วง $0 \leq x \leq 2\pi$ คือกราฟข้อใด

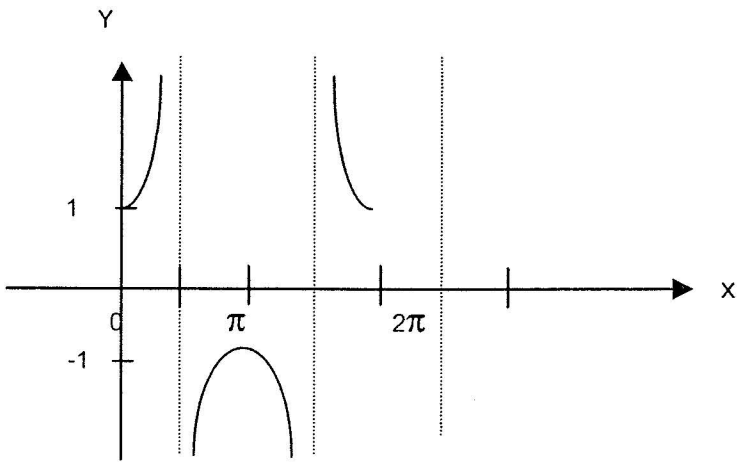
ก.



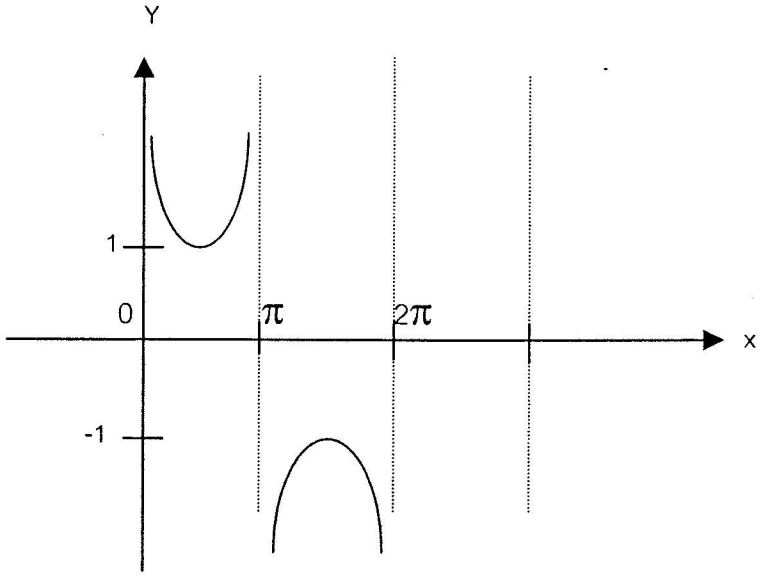
ข..



ค.



ง.



จุดประสงค์ที่ 25 บอกคาบของฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ ได้

29. คาบของฟังก์ชัน $y = 3 \cot 2X$ เป็นเท่าใด

ก. $\frac{\pi}{2}$ ข. π

ค. $\frac{3\pi}{2}$ ง. 2π

จุดประสงค์ที่ 26 แก้โจทย์ปัญหาโดยการใช้กราฟได้

30. ให้ $y = \frac{1}{1000} \sin(400\pi t)$ เป็นสมการคลื่นเสียงของไวโอลิน เมื่อ t แทนเวลาเป็นวินาที แล้วค่าต่ำสุดและคาบของฟังก์ชันเป็นเท่าใด

ก. 0.001 , 400 วินาที ข. 0.001 , 200 วินาที

ค. 0.001 , $\frac{1}{400}$ วินาที ง. 0.001 , $\frac{1}{200}$ วินาที

แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ "

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้ เป็นแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยวิธีการค้นพบ มีจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ
   ตอนที่ 1 เป็นแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   ตอนที่ 2 เป็นแบบวัดความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีค้นพบ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือหลังข้อความที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของผู้เรียนเพียงช่องเดียว คำตอบที่ผู้เรียนตอบนั้นไม่มีถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความรู้สึกแตกต่างกันไป
3. ในแต่ละช่องที่แสดงความพึงพอใจ มีความหมายดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	หมายความว่า	ผู้เรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
พึงพอใจมาก	หมายความว่า	ผู้เรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
พึงพอใจมากปานกลาง	หมายความว่า	ผู้เรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
พึงพอใจน้อย	หมายความว่า	ผู้เรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
พึงพอใจน้อยที่สุด	หมายความว่า	ผู้เรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ข้าพเจ้ามีอิสระในการเรียน					
2. การไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกระทำได้สะดวก					
3. คำสั่ง/เครื่องหมายบอกเส้นทางไปยังส่วนต่าง ๆ มีความชัดเจน					
4. การนำเข้าสู่บทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความน่าสนใจ					
5. การสรุปเนื้อหาสาระสำคัญในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความถูกต้อง กระชับ และเข้าใจง่าย					
6. สีตัวอักษร สีพื้นจอ สีภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอ่านง่าย และชัดเจน					
12. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น					
8. เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากเกินไป ทำให้ข้าพเจ้าศึกษาไม่ทันกับเวลาที่กำหนดให้					
9. เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า					
10. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น					
11. การออกแบบจอภาพ และการใช้กราฟิกทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสวยงามและน่าสนใจ					
12. ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น					
13. การจัดลำดับเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความต่อเนื่อง และชัดเจน ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจได้ง่าย					
14. เสียงดนตรีจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ข้าพเจ้ามีความสุขกับการเรียน					
15. ข้าพเจ้าสามารถทราบผลการสอบและการทำแบบฝึกหัดได้ทันทีจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					

ตอนที่ 2 แบบวัดความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีค้นพบ

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง					
2. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับกิจกรรมที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยวิธีการค้นพบ					
3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ช่วยให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น					
4. ข้าพเจ้ารู้สึกเหนื่อย และเบื่อหน่ายต่อการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ					
5. การเรียนโดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจและสามารถจำได้นาน					
6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า					
7. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบได้ด้วยตนเอง					
8. แบบฝึกหัดในบทเรียนโดยวิธีการค้นพบช่วยฝึกทักษะการคิดคำนวณของข้าพเจ้า					
9. โจทย์ปัญหาในบทเรียนโดยวิธีการค้นพบช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาของข้าพเจ้า					
10. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบกระตุ้นให้ข้าพเจ้าเกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
11. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนของข้าพเจ้ามากขึ้น					
12. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในตัวเองเกี่ยวกับการเรียนมากขึ้น					
13. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น					
14. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีอิสระในการคิดมากขึ้น					

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
15. กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจอยากเรียน อยากทำ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์					

ภาคผนวก ค

- คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"
- ภาพตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"
- ภาพกิจกรรมการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง "ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
เรื่อง
ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



โดย
นางวนิสา นิรมาณ
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำแนะนำ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยทางการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา (กลุ่มการสอนคณิตศาสตร์) สร้างโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 5 เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง " ฟังก์ชันตรีโกณมิติ " ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งบทเรียนนี้แบ่งเนื้อหาเป็น 6 ชุด

ชุดที่	เนื้อหา	จำนวนคาบเรียน
1	**ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์** 1.1 วงกลมหนึ่งหน่วย 1.2 ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์	2
2	**ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์** 2.1 ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงบางจำนวน 2.2 ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงใด ๆ 2.2.1 เมื่อจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 2 2.2.2 เมื่อจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 3 2.2.3 เมื่อจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยอยู่ในควอดรันต์ที่ 4	5
3	**ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ**	2
4	**ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม** 4.1 มุมและการวัดมุม 4.2 ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม 4.3 ฟังก์ชันตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	3
5	**การอ่านค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง**	3
6	**กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ**	3
	รวม	18

อุปกรณ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียน

1. จอภาพสี
2. ระบบปฏิบัติการ Windows 3.1 ขึ้นไป
3. เครื่องอ่านซีดี ขนาดความเร็วอย่างน้อย 16 บิต พร้อมลำโพง หรือหูฟัง
4. คีย์บอร์ดชนิด 104 คีย์ ภาษาไทย/อังกฤษ และเมาส์

วิธีการใช้ซีดีรอม

1. เปิดโปรแกรม Microsoft Windows ภาษาไทยขึ้นมา
2. ใส่แผ่นซีดีรอมเข้าไปในเครื่องอ่านซีดี
3. รอสักครู่โปรแกรมจะเปิดขึ้นมา
4. อ่านคำแนะนำในโปรแกรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ชุดที่ 1 ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

นักเรียนสามารถ

1. หาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็ม
2. บอกควอดรันต์ของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยได้
3. บอกนิยามของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้
4. สามารถหาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ เมื่อ $\theta = n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ โดยที่ $n \in I$

ชุดที่ 2 ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

นักเรียนสามารถ

1. หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{3\pi}{4}, \pm\frac{5\pi}{4}, \ldots$ ได้
2. หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{6}, \pm\frac{5\pi}{6}, \pm\frac{7\pi}{6}, \ldots$ ได้
3. หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{4\pi}{3}, \pm\frac{5\pi}{3}, \ldots$ ได้

4. หาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงที่กำหนดให้ได้โดยอาศัยค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงตั้งแต่ 0 ถึง $\frac{\pi}{2}$ ในกรณีที่มีจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย อยู่ในควอดรันต์ที่ 2 ($\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi$) หรือ ในควอดรันต์ที่ 4 ($-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0$)
5. หาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงที่กำหนดให้ได้โดยอาศัยค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงตั้งแต่ 0 ถึง $\frac{\pi}{2}$ ในกรณีที่มีจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย อยู่ในควอดรันต์ที่ 3 ($\pi \leq \theta \leq \frac{3\pi}{2}$) หรือ ในควอดรันต์ที่ 4 ($\frac{3\pi}{2} \leq \theta \leq 2\pi$)

ชุดที่ 3 ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ

นักเรียนสามารถ

1. บอกนิยามของฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ ได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันตรีโกณมิติต่างๆ ได้
3. หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนจริงบางจำนวนได้ครบทั้งหกฟังก์ชัน
4. หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนจริงบางจำนวนได้ครบทั้งหกฟังก์ชัน
5. เมื่อจุดปลายส่วนโค้งเท่ากับ $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$ ($n \in I$)

ชุดที่ 4 ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม

นักเรียนสามารถ

1. เปลี่ยนขนาดของมุมในหน่วยองศาให้เป็นหน่วยเรเดียนและเปลี่ยนขนาดของมุมในหน่วยเรเดียนให้เป็นหน่วยองศาได้
2. บอกค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมบางมุม เช่น 0° , $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$, $\pm 60^\circ$, $\pm 90^\circ$, $\pm 180^\circ$, และ $\pm 270^\circ$ ได้
3. หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมได้ เมื่อกำหนดขนาดของมาให้
4. หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาว
5. ของด้านมาให้
6. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยอาศัยฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ชุดที่ 5 การอ่านค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตาราง

นักเรียนสามารถ

1. อ่านและหาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติจากตารางได้
2. หาค่าของจำนวนจริง (หรือมุม) ได้เมื่อกำหนดค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวน (หรือมุม) นั้น ๆ ให้

ชุดที่ 6 กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ

นักเรียนสามารถ

1. เขียนและบอกลักษณะกราฟของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้
2. บอกค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้
3. บอกแอมพลิจูดและคาบของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้
4. เขียนสมการฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ แทนกราฟที่กำหนดได้
5. บอกคาบและแอมพลิจูดของฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ ได้
6. แก้โจทย์ปัญหาโดยการใช้กราฟได้

แผนการสอนที่ 1

วิชาคณิตศาสตร์ รหัส วิชา ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง วงกลมหนึ่งหน่วย จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

วงกลมหนึ่งหน่วย (The unit circle) คือ วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิดและมีรัศมียาว 1 หน่วย

การวัดความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อกำหนดจำนวนจริง θ ให้จากจุด (1,0) วัดระยะไปตามส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยให้ยาว $|\theta|$ หน่วย ถึงจุดปลายส่วนโค้งที่จุด (X,Y) (เมื่อ $|\theta| \geq 2\pi$ แสดงว่าความยาวส่วนโค้งเกิน 1 รอบ)

ถ้า $\theta > 0$ จะวัดส่วนโค้งจากจุด (1,0) ไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ถ้า $\theta < 0$ จะวัดส่วนโค้งจากจุด (1,0) ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้ แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีการวัดความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยได้
2. หาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็ม
3. เมื่อกำหนด θ แทนความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยให้สามารถบอกได้ว่า θ ที่กำหนดให้อยู่ควอดรันต์ใด

เนื้อหา

วงกลมหนึ่งหน่วย(The unit circle) คือ วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิด รัศมี 1 หน่วย วงกลมนี้เป็นกราฟของความสัมพันธ์ $\{(x,y) \in R \times R \mid X^2 + Y^2 = 1\}$

วงกลมหนึ่งหน่วยมีเส้นรอบวงยาว 2π หน่วย

$\frac{1}{2}$ ของความยาวของเส้นรอบวง = π หน่วย

$\frac{1}{4}$ ของความยาวของเส้นรอบวง = $\frac{\pi}{2}$ หน่วย

$\frac{3}{4}$ ของความยาวของเส้นรอบวง = $\frac{3\pi}{2}$ หน่วย

เมื่อกำหนดจำนวนจริง θ ให้ จากจุด (1,0) วัดระยะไปตามส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยให้ยาว $|\theta|$ หน่วย ถึงจุดปลายส่วนโค้งที่จุด (X,Y) ซึ่งอยู่บนวงกลม โดยมีข้อตกลงสำหรับทิศทางของการวัดดังนี้

ถ้า $\theta > 0$ จะวัดส่วนโค้งจากจุด (1,0) ไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ถ้า $\theta < 0$ จะวัดส่วนโค้งจากจุด (1,0) ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

จุด (X,Y) ดังกล่าวจะเรียกว่า จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงตำแหน่งและหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อกำหนด

1) $\theta = \frac{\pi}{2}$

2) $\theta = \pi$

3) $\theta = 3\pi$

4) $\theta = 4\pi$

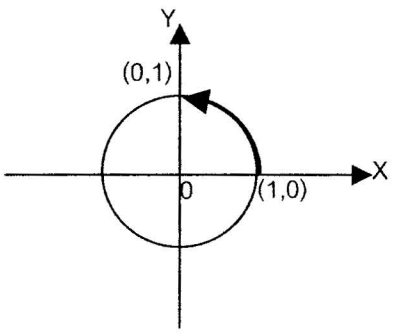
5) $\theta = \frac{7\pi}{2}$

6) $\theta = -2\pi$

7) $\theta = -4\pi$

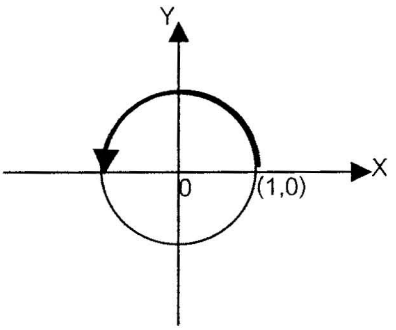
8) $\theta = -\frac{9\pi}{2}$

วิธีทำ 1) $\theta = \frac{\pi}{2}$



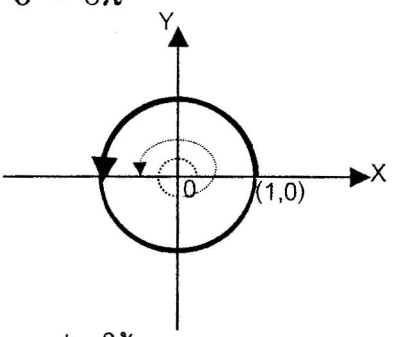
∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $\frac{\pi}{2}$ หน่วย คือ จุด (0,1)

2) $\theta = \pi$



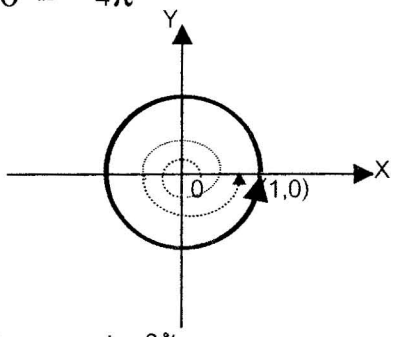
∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว π หน่วย คือ จุด (-1,0)

3) $\theta = 3\pi$



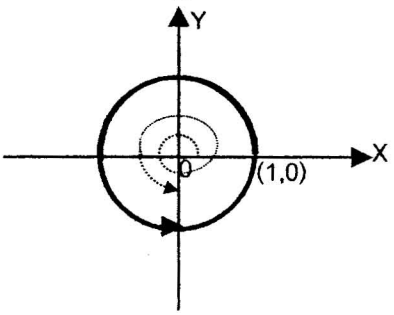
∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว 3π หน่วย คือ จุด (-1,0)

4) $\theta = 4\pi$



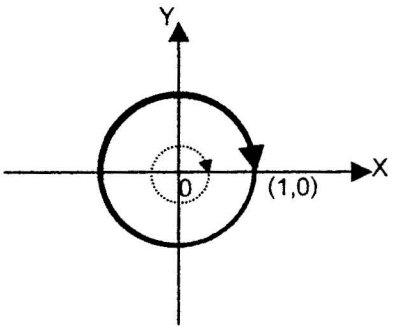
∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว 4π หน่วย คือ จุด (1,0)

5) $\theta = \frac{7\pi}{2}$



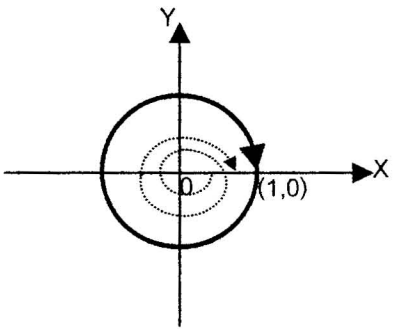
∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $\frac{7\pi}{2}$ หน่วย คือ จุด (0,-1)

6) $\theta = -2\pi$



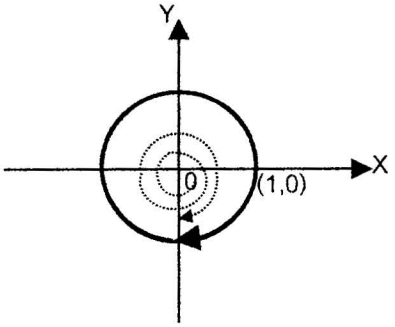
∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว -2π หน่วย คือ จุด (1,0)

7) $\theta = -4\pi$



∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว -4π หน่วย คือ จุด (1,0)

8) $\theta = -\frac{9\pi}{2}$



∴ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $-\frac{9\pi}{2}$ หน่วย คือ จุด (0,-1)

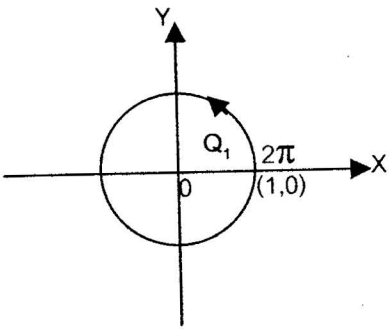
<u>ตัวอย่างที่ 2</u> จงแสดงค่า θ ต่อไปนี้ว่าอยู่ในควอดรันต์ใด

1. $\theta = \frac{7}{3}\pi$ หน่วย
2. $\theta = \frac{3}{4}\pi$ หน่วย
3. $\theta = \frac{25}{6}\pi$ หน่วย
4. $\theta = -\frac{3}{4}\pi$ หน่วย
5) $\theta = -\frac{15}{4}\pi$ หน่วย
6) $\theta = -\frac{25}{6}\pi$ หน่วย
7) $\theta = -5$ หน่วย
8) $\theta = 12$ หน่วย

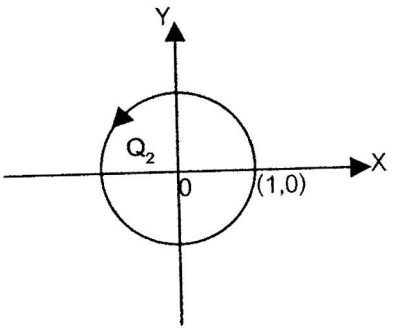
วิธีทำ

1) $\theta = \frac{7}{3}\pi$ หน่วย

$\frac{7}{3}\pi = 2\pi + \frac{1}{3}\pi$

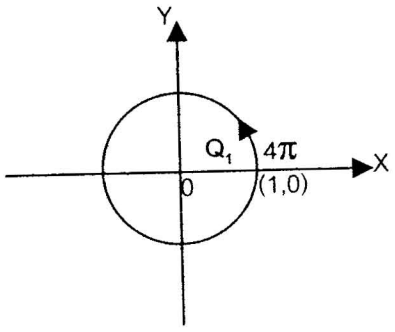


2) $\theta = \frac{3}{4}\pi$ หน่วย

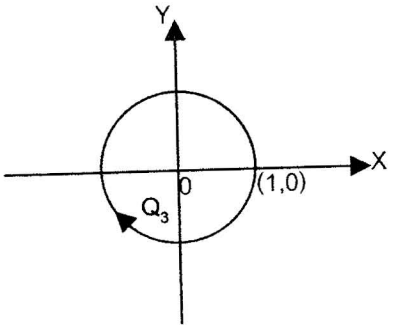


3) $\theta = \frac{25}{6}\pi$ หน่วย

$\frac{25}{6}\pi = 4\pi + \frac{\pi}{6}$

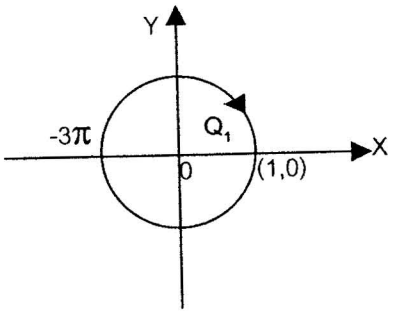


4) $\theta = -\frac{3}{4}\pi$ หน่วย



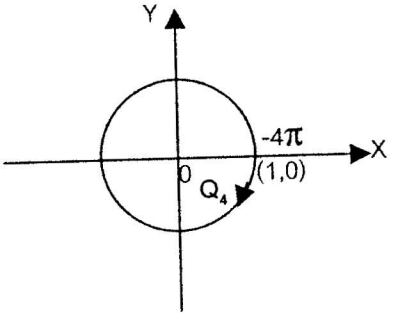
5) $\theta = -\frac{15}{4}\pi$ หน่วย

$-\frac{15}{4}\pi = -3\pi - \frac{3\pi}{4}$

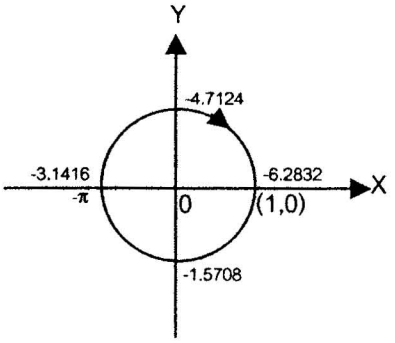


6) $\theta = -\frac{25}{6}\pi$ หน่วย

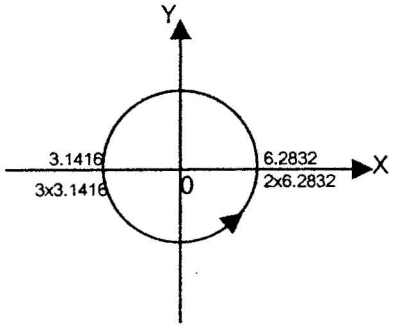
$-\frac{25}{6}\pi = -4\pi - \frac{\pi}{6}$



7) $\theta = -5$ หน่วย



8) $\theta = 12$ หน่วย



ตัวอย่าง 3 จงหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อกำหนดความยาวส่วนโค้ง θ หน่วยให้

1. จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $\frac{3}{2}\pi$ หน่วย คือจุด (0,-1)
2. จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว 3π หน่วย คือจุด (-1,0)
3. จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว -4π หน่วย คือจุด (1,0)
4. จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $-\frac{9}{2}\pi$ หน่วย คือจุด (0,-1)
5. จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $-\frac{15}{2}\pi$ หน่วย คือจุด (0,1)

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ

1. ครูแนะนำการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบให้กับนักเรียน
2. ครูเร้าความสนใจและความพร้อมให้กับนักเรียนโดยพูดถึงประโยชน์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นสอน

1. นักเรียนเรียนเนื้อหากับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ โดยให้ปฏิบัติตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการโต้ตอบตลอดเวลากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการค้นพบหาคำตอบด้วยตัวเองจากตัวอย่างและเนื้อหาที่เรียนมา แล้วให้นักเรียนบันทึกในส่วนที่นักเรียนต้องการ

2. หลังจากที่นักเรียนเรียนเนื้อหาจบในแต่ละตอนจะมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการวัดความยาวส่วนโค้งของวงกลมโดยการอภิปราย และซักถามขั้นตอนในการหาความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย และสรุปการหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็ม แล้วนำไปเขียนสรุปในใบงาน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบทุกคน มีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งทำในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1/1 เป็นการบ้าน

การวัดและการประเมินผล

1. <u>วิธีวัด</u>
   1.1 แบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 1/1
   1.2 แบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5 ข้อ
2. <u>การประเมินผล</u>
   2.1 นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดถูกต้อง 80%
   2.2 นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกต้อง 80%

สื่อการเรียนการสอน

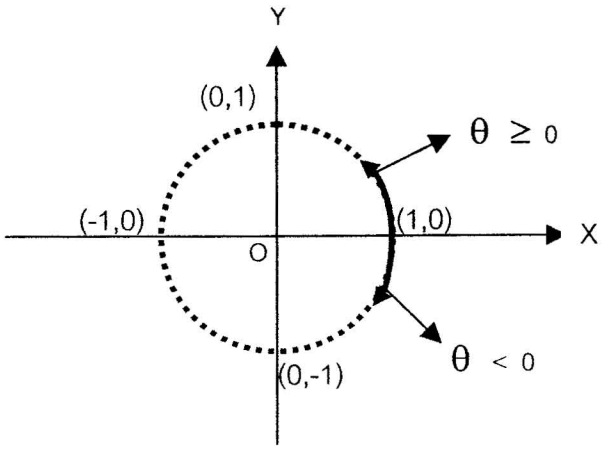
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ชุดที่ 1 เรื่อง วงกลมหนึ่งหน่วย
2. ใบงานบทสรุป
3. แบบฝึกหัด ชุดที่ 1/1

เฉลยในงานสรุป

ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ ชุดที่ 1/1

จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

1. วงกลมหนึ่งหน่วย คือ วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิด รัศมี 1 หน่วย.
   เขียนความสัมพันธ์ได้ว่า $\{(x,y) \in R \times R \mid X^2 + Y^2 = 1\}$
2. วงกลมหนึ่งหน่วยมีเส้นรอบวง 2π
3. ถ้า $\theta > 0$ วัดความยาวส่วนโค้งจากจุด (1, 0) ไปในทิศทาง ทวนเข็มนาฬิกา
   ถ้า $\theta < 0$ วัดความยาวส่วนโค้งจากจุด (1, 0) ไปในทิศทาง ตามเข็มนาฬิกา



4. วงกลมตัดแกน X ที่จุด (1 ,0) และ (-1 , 0)
   วงกลมตัดแกน Y ที่จุด (0 , 1) และ (0 , -1)



เฉลยแบบฝึกหัด ชุดที่ 1/1

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. $\frac{1}{4}$ ของความยาวเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วย = $\frac{\pi}{2}$ หน่วย
2. $\frac{1}{2}$ ของความยาวเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วย = π หน่วย
3. $\frac{3}{4}$ ของความยาวเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วย = $\frac{3\pi}{2}$ หน่วย
4. $1\frac{1}{2}$ เท่าของความยาวเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วย = 3π หน่วย
5. 2 เท่าของความยาวเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วย = 4π หน่วย
6. $2\frac{1}{2}$ เท่าของความยาวเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วย = 5π หน่วย

2. จงเขียนโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อกำหนด θ มาให้

ข้อ	θ	จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย
1.	$\frac{3\pi}{2}$	(0 , -1)
2.	2π	(1 , 0)
3.	3π	(-1 , 0)
4.	-4π	(1 , 0)
5.	$\frac{-9\pi}{2}$	(0, -1)
6.	-7π	(-1 , 0)



3. <u>จงหาว่าจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว θ หน่วยจะอยู่ในควอดรันต์ใดบ้าง</u>

ข้อ	θ	ควอดรันต์ที่
1.	$\frac{2\pi}{3}$	2
2.	$-\frac{3\pi}{4}$	3
3.	$\frac{5\pi}{6}$	2
4.	$-\frac{13\pi}{3}$	4
5.	$\frac{25\pi}{4}$	1
6.	-5	1
7.	4	3
8.	–9	3
9.	–7.54	4
10.	–8	3



แผนการสอนที่ 2

วิชาคณิตศาสตร์ รหัส วิชา ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

เมื่อ (X,Y) เป็นจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย ฟังก์ชันไซน์ (Sine) คือ เซตของคู่อันดับ (θ , Y) ฟังก์ชันโคไซน์ (Cosine) คือ เซตของคู่อันดับ (θ , X)

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้ แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกนิยามของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ได้
2. สามารถหาค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ เมื่อ $\theta = n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ โดยที่ $n \in I$

เนื้อหา

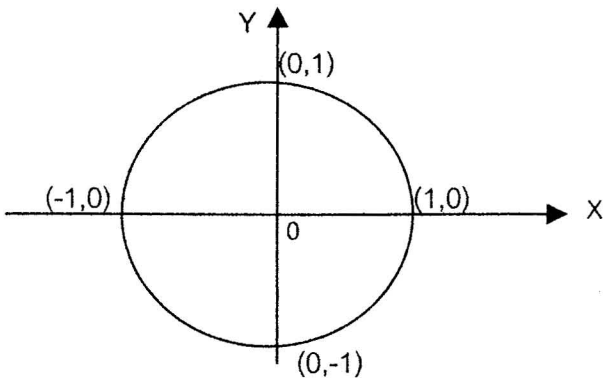
ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

<u>นิยาม</u>

เมื่อ (X,Y) เป็นจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย ฟังก์ชันไซน์ (Sine) คือ เซตของคู่อันดับ (θ , Y) ฟังก์ชันโคไซน์ (Cosine) คือ เซตของคู่อันดับ (θ , X)

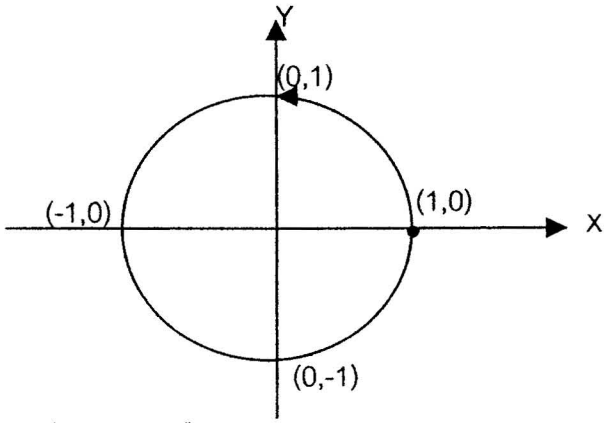
<u>ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์</u> เมื่อ $\theta = n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ โดยที่ $n \in I$

เนื่องจากเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วยยาว 2π หน่วย ดังนั้น



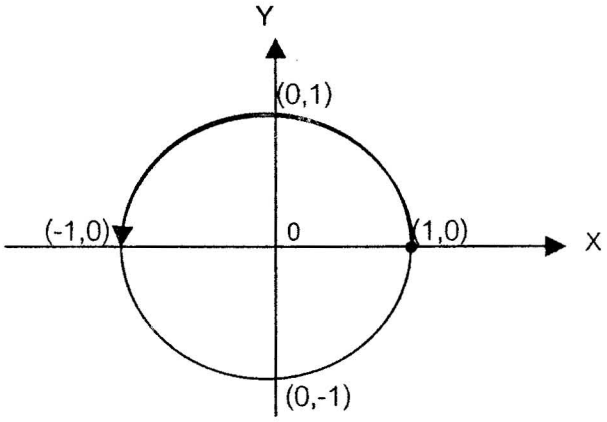
จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว 0 หน่วย คือ จุด (1,0)

จะได้ $\sin 0 = 0$ $\cos 0 = 1$



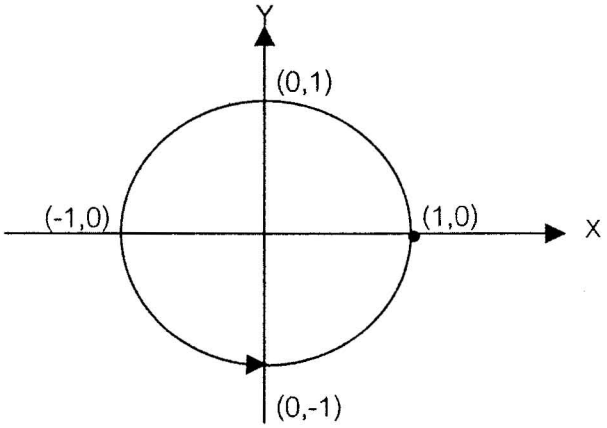
จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{\pi}{2}$ หน่วย คือ จุด (0,1)

จะได้ $\sin\frac{\pi}{2} = 1$ $\cos\frac{\pi}{2} = 0$



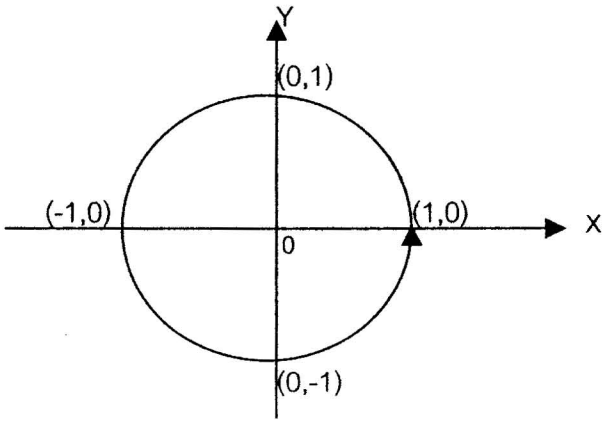
จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว π หน่วย คือ จุด (-1,0)

จะได้ $\sin\pi = 0$ $\cos\pi = -1$



จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{3\pi}{2}$ หน่วย คือ จุด (0,-1)

จะได้ $\sin\frac{3\pi}{2} = -1$ $\cos\frac{3\pi}{2} = 0$



จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว 2π หน่วย คือ จุด (1,0)

จะได้ $\sin 2\pi = 0$ $\cos 2\pi = 1$

<u>ตัวอย่าง</u> จงหาค่าของ $\sin\theta$ และ $\cos\theta$ เมื่อกำหนด θ ให้

1) $\theta = 5\pi$

2) $\theta = 4\pi + \frac{\pi}{2}$

3) $\theta = -\frac{3\pi}{2}$

4) $\theta = -6\pi$

<u>วิธีทำ</u> 1) จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว 5π คือจุด (-1,0)

$\therefore \sin 5\pi = 0$ และ $\cos 5\pi = -1$

2) จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $4\pi + \frac{\pi}{2}$ คือ จุด (0,1)

$\therefore \sin(4\pi + \frac{\pi}{2}) = 1$ และ $\cos(4\pi + \frac{\pi}{2}) = 0$

3) จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $-\frac{3\pi}{2} = -\pi + \left(\frac{-\pi}{2}\right)$

จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $-\frac{3\pi}{2}$ คือ จุด (0,1)

$\therefore \sin(-\frac{3\pi}{2}) = 1$ และ $\cos(-\frac{3\pi}{2}) = 0$

4) จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว -6π คือจุด (1,0)

$\therefore \sin(-6\pi) = 0$ และ $\cos(-6\pi) = 1$

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ

1. ครูทบทวนการหาจุดปลายของส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วยบนวงกลมหนึ่งหน่วย โดยใช้วิธีการถามตอบ
2. ครูซักถามปัญหาการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นสอน

1. นักเรียนเรียนเนื้อหากับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ โดยให้ปฏิบัติตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการโต้ตอบตลอดเวลากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการค้นพบหาคำตอบด้วยตัวเองจากตัวอย่างและเนื้อหาที่เรียนมาแล้วให้นักเรียนบันทึกในส่วนที่นักเรียนต้องการ
2. หลังจากที่นักเรียนเรียนเนื้อหาจบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปนิยามของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ และการหาค่าของ $\sin\theta$ และ$\cos\theta$ เมื่อกำหนด $\theta = n\pi$, $\frac{n\pi}{2}$ โดยที่ $n \in I$
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบทุกคน มีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งทำในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบชุดย่อยชุดที่ 1
4. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1/2 เป็นการบ้าน

การวัดและการประเมินผล

1. <u>วิธีวัด</u>
   - 1.1 แบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 1/2
   - 1.2 แบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5 ข้อ
   - 1.3 แบบทดสอบชุดย่อยชุดที่ 1
2. <u>การประเมินผล</u>
   - 2.1 นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดถูกต้อง 80%
   - 2.2 นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกต้อง 80%
   - 2.3 นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบชุดย่อยชุดที่ 1 ถูกต้อง 80%

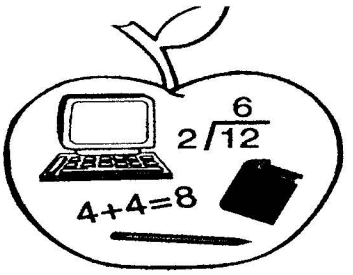
สื่อการเรียนการสอน

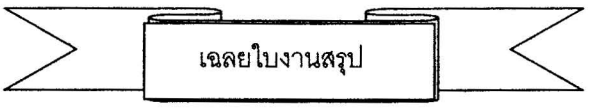
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ชุดที่ 1 เรื่อง ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์
2. ใบงานบทสรุป
3. แบบฝึกหัด ชุดที่ 1/2
4. แบบทดสอบชุดย่อยชุดที่ 1

เฉลยแบบฝึกหัด1/2

จงหาค่าของ $\sin\theta$ และ $\cos\theta$ เมื่อ θ เป็นจำนวนจริงต่อไปนี้

ข้อที่	θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$
1	5π	0	-1
2	4π	0	1
3	$2\pi+\frac{3\pi}{2}$	-1	0
4	-8π	0	1
5	$-2\pi-\frac{\pi}{2}$	-1	0
6	$-\frac{7\pi}{2}$	1	0
7	$-\frac{9\pi}{2}$	-1	0
8	$\frac{37\pi}{2}$	1	0
9	$-\frac{37\pi}{2}$	-1	0
10	$\frac{71\pi}{2}$	-1	0





จากนิยาม

เมื่อ (X,Y) เป็นจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย ฟังก์ชันไซน์ (Sine) คือ เซตของคู่อันดับ (θ , Y) ฟังก์ชันโคไซน์ (Cosine) คือ เซตของคู่อันดับ (θ , X)

นั่นคือ $y = \sin\theta$

$X = \cos\theta$

- ถ้าความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย ยาว $n\pi$ หน่วย , $n \in I$ จะได้

  $\sin\theta$ มีค่าเท่ากับ 0 เช่น $\sin 5\pi = 0$, $\sin 6\pi = 0$

  $\cos\theta$ มีค่าเท่ากับ 1 หรือ –1 เช่น $\cos 5\pi = -1$ $\cos 6\pi = 1$

- ถ้าความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย ยาว $\frac{n\pi}{2}$ หน่วย , $n \in I$ จะได้

  $\sin\theta$ มีค่าเท่ากับ 1 หรือ - 1 เช่น $\sin\frac{5\pi}{2} = 1$, $\sin(-\frac{5\pi}{2}) = -1$

  $\cos\theta$ มีค่าเท่ากับ 0 เช่น $\cos\frac{5\pi}{2} = 0$, $\cos(-\frac{5\pi}{2}) = 0$

แผนการสอนที่ 3

วิชาคณิตศาสตร์ รหัส วิชา ค 012 มัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่องค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงบางจำนวน จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

ค่าของ $\cos\left(2n\pi \pm \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\left((2n\pi+1) \pm \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\sin\left((2n\pi + \frac{\pi}{2}) \pm \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\sin\left((2n\pi - \frac{\pi}{2}) \pm \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

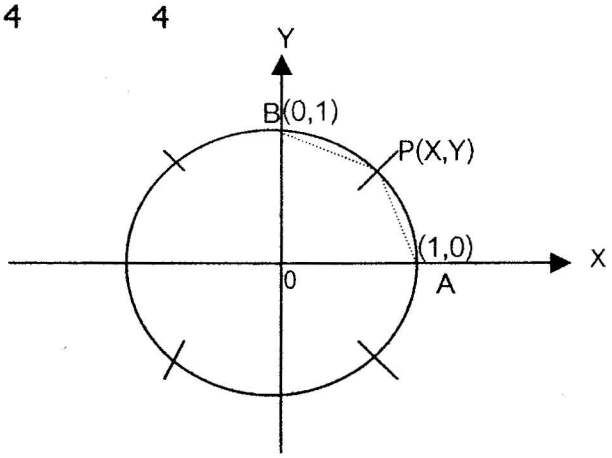
จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้ แล้วนักเรียนสามารถ

หาค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{3\pi}{4}, \pm\frac{5\pi}{4}, \ldots$ ได้

เนื้อหา

ค่าของ $\sin\frac{\pi}{4}$ และ $\cos\frac{\pi}{4}$

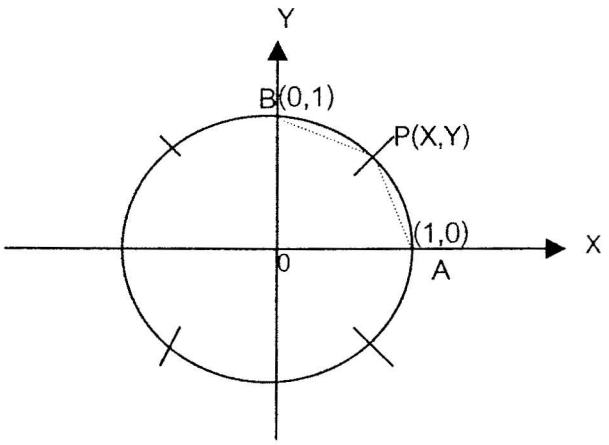


ให้ P(X,Y) เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนโค้ง AB

เนื่องจากส่วนโค้ง AB ยาว $\frac{\pi}{2}$ หน่วย

ดังนั้นส่วนโค้ง AP ยาวเท่ากับส่วนโค้ง PB เท่ากับ $\frac{\pi}{4}$ หน่วย

จะได้คอร์ด PB ยาวเท่ากับคอร์ด PA



$$PB = PA$$

$$\sqrt{(x-0)^2+(y-1)^2} = \sqrt{(x-1)^2+(y-0)^2}$$

ยกกำลังสองทั้งด้าน

$$x^2+y^2-2y+1 = x^2-2x+1+y^2$$

$$-2y = -2x$$

$$\therefore x = y$$

เนื่องจากเป็นวงกลมหนึ่งหน่วยดังนั้น $x^2 + y^2 = 1$

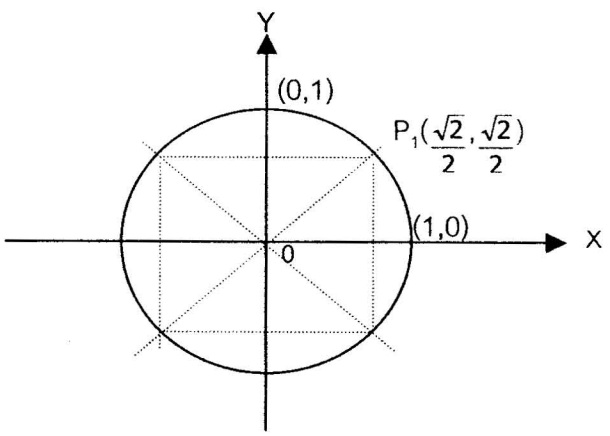
$$2x^2 = 1 \text{ (เนื่องจาก } x = y)$$

$$x = \pm\frac{1}{\sqrt{2}} \text{ หรือ } \pm\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$y = \pm\frac{1}{\sqrt{2}} \text{ หรือ } \frac{\sqrt{2}}{2}$$

เนื่องจากจุด P(X , Y) อยู่ในควอดรันต์ที่ 1

ดังนั้น จุด P คือ จุด $(\frac{\sqrt{2}}{2},\frac{\sqrt{2}}{2})$

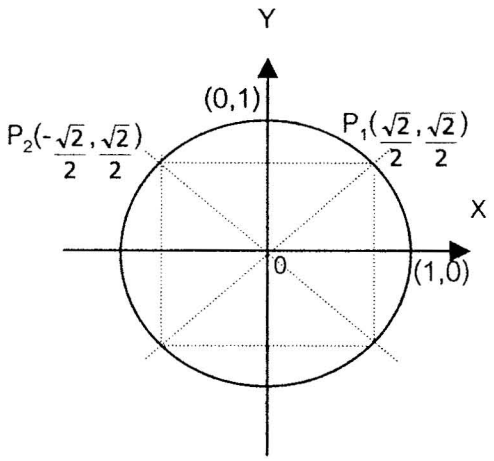


เนื่องจาก P_1 เป็นจุดอยู่ในควอดรันต์ที่ 1

ดังนั้น x และ y จึงเป็นจำนวนบวก

จะได้ $x = y = \frac{1}{\sqrt{2}}$ หรือ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

นั่นคือ $\sin\frac{\pi}{4} = \cos\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$



จุด P_2 เป็นจุดที่สมมาตรกับจุดปลายส่วนโค้ง

ที่ยาว $\frac{\pi}{4}$ หน่วย โดยมีแกน y เป็นแกนสมมาตร

ดังนั้นจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{3\pi}{4}$ หน่วย คือ

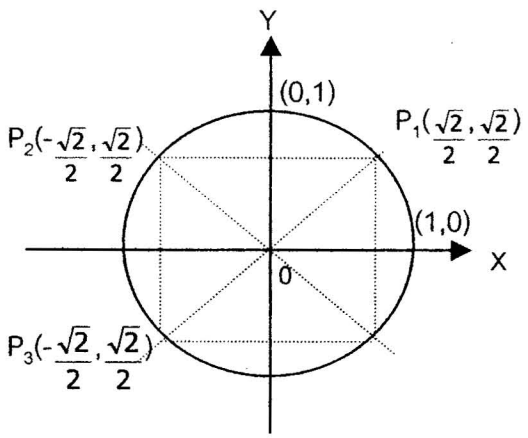
$P_2(-\frac{\sqrt{2}}{2},\frac{\sqrt{2}}{2})$

เนื่องจากจุด P_2 อยู่ในควอดรันต์ที่ 2

ดังนั้น x เป็นจำนวนลบ แต่ y เป็นจำนวนบวก

จะได้ $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$, $y = \frac{\sqrt{2}}{2}$

นั่นคือ $\sin\frac{3\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\frac{3\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$



จุด P_3 เป็นจุดที่สมมาตรกับจุดปลายส่วนโค้งที่

ยาว $\frac{3\pi}{4}$ หน่วย โดยมีแกน x เป็นแกนสมมาตร

ดังนั้นจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{5\pi}{4}$ หน่วย คือ

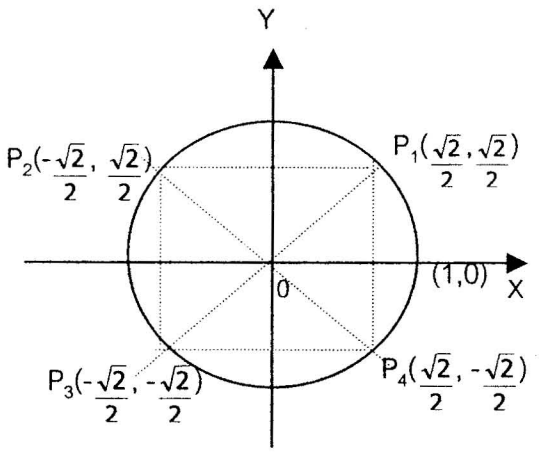
$P_3(-\frac{\sqrt{2}}{2},-\frac{\sqrt{2}}{2})$

เนื่องจากจุด P_3 อยู่ในควอดรันต์ที่ 3

ดังนั้น x และ y เป็นจำนวนลบทั้งคู่

จะได้ $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$, $y = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

นั่นคือ $\sin\frac{5\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\frac{5\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$



จุด P_4 เป็นจุดที่สมมาตรกับจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{5\pi}{4}$ หน่วย โดยมีแกน y เป็นแกนสมมาตร

ดังนั้นจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{7\pi}{4}$ หน่วย คือ $P_4(\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2})$

เนื่องจากจุด P_4 อยู่ในควอดรันต์ที่ 4

ดังนั้น x เป็นจำนวนบวก แต่ y เป็นจำนวนลบ

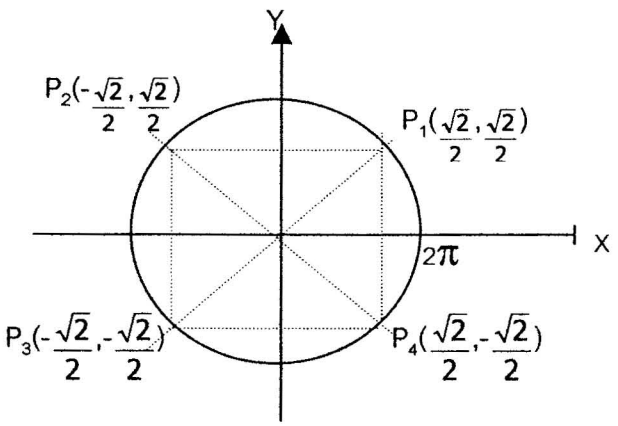
จะได้ $x = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $y = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

นั่นคือ $\sin\frac{7\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\frac{7\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

ตัวอย่าง จงหาค่าของ $\sin\theta$ และ $\cos\theta$ เมื่อ

1. $\theta = \frac{9\pi}{4}$
2. $\theta = \frac{21\pi}{4}$
3. $\theta = \frac{-15\pi}{4}$
4. $\theta = -\frac{\pi}{4}$

วิธีทำ



1. จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{9\pi}{4} = (2+\frac{1}{4})\pi$

$= 2\pi+\frac{\pi}{4}$ คือ $(\frac{\sqrt{2}}{2},\frac{\sqrt{2}}{2})$

ดังนั้น $\sin\frac{9\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\frac{9\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

2. จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{21\pi}{4} = (5+\frac{1}{4})\pi$

$= 5\pi + \frac{\pi}{4}$ คือ $(-\frac{\sqrt{2}}{2},-\frac{\sqrt{2}}{2})$

ดังนั้น $\sin\frac{21\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\frac{21\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

3. จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $\frac{-15\pi}{4} = (-3+(-\frac{3}{4}))\pi$

$= -3\pi + \left(-\frac{3\pi}{4}\right)$ คือ $(\frac{\sqrt{2}}{2},\frac{\sqrt{2}}{2})$

ดังนั้น $\sin\frac{21\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\frac{21\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

4. จุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $-\frac{\pi}{4}$ คือ $(\frac{\sqrt{2}}{2},-\frac{\sqrt{2}}{2})$

ดังนั้น $\sin\frac{\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับนิยามของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์
2. ครูซักถามปัญหาการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์
3. ครูแจ้งจุดประสงค์ให้นักเรียน

ขั้นสอน

1. นักเรียนเรียนเนื้อหากับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ โดยให้ปฏิบัติตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการโต้ตอบตลอดเวลากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการค้นพบหาคำตอบด้วยตัวเองจากตัวอย่างและเนื้อหาที่เรียนมา แล้วให้นักเรียนบันทึกในส่วนที่ผู้เรียนต้องการ
2. หลังจากที่นักเรียนเรียนเนื้อหาจบแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปค่าของ $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ เมื่อ $\theta = \pm\frac{\pi}{4}, \pm\frac{3\pi}{4}, \pm\frac{5\pi}{4}, \ldots$ ในใบงานสรุป
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบทุกคน มีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งทำในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 2/1 เป็นการบ้าน

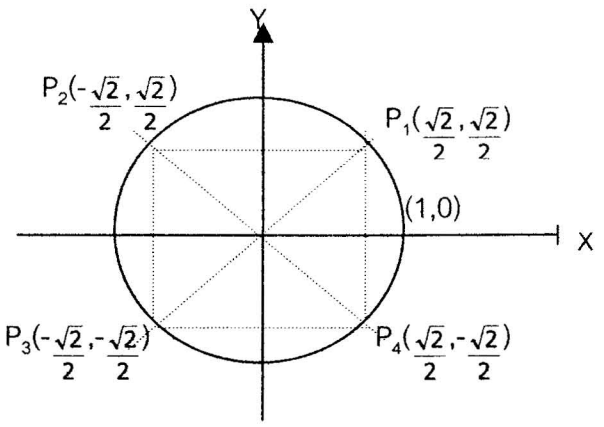
การวัดและการประเมินผล

1. <u>วิธีวัด</u>
   1.1 แบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดที่ 2/1
   1.2 แบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5 ข้อ
2. <u>การประเมินผล</u>
   2.1 นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดถูกต้อง 80%
   2.2 นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกต้อง 80%

สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ชุดที่ 2 เรื่องค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงบางจำนวน
2. ใบงานบทสรุป
3. แบบฝึกหัด ชุดที่ 2/1





จะได้ว่า $\sin\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$,$\cos\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\sin\frac{3\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$,$\cos\frac{3\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\sin\frac{5\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$,$\cos\frac{5\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

$\sin\frac{7\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$,$\cos\frac{7\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$



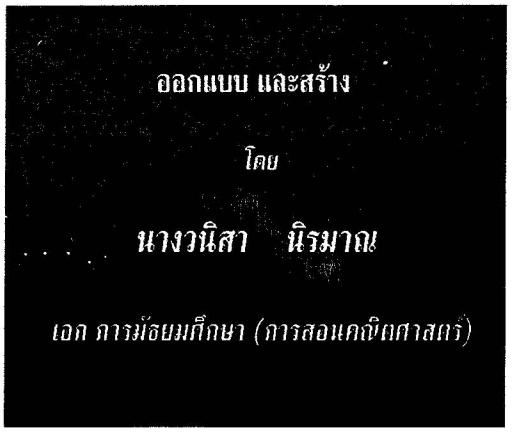
เฉลยแบบฝึกหัด 2/1

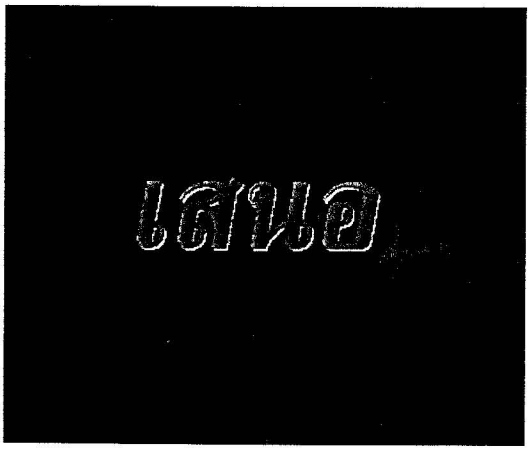
จงหาค่าของ $\sin\theta$ และ $\cos\theta$ เมื่อ θ เป็นจำนวนจริงต่อไปนี้

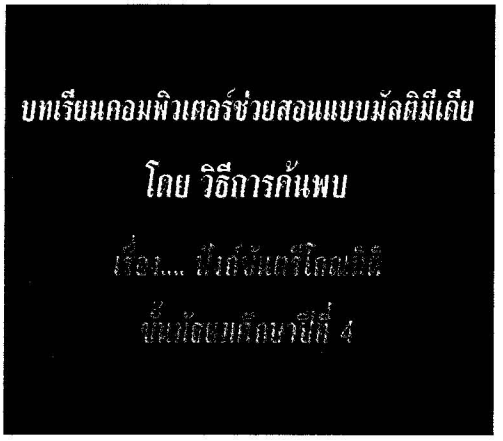
ข้อ	θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$
1	$\frac{15\pi}{4}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
2	$-\frac{15\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
3	$\frac{21\pi}{4}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$
4	$\frac{7\pi}{4}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
5	$\frac{17\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
6	$-\frac{13\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$
7	$\frac{35\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$
8	$\frac{43\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$
9	$-\frac{\pi}{4}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
10	$-\frac{29\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$

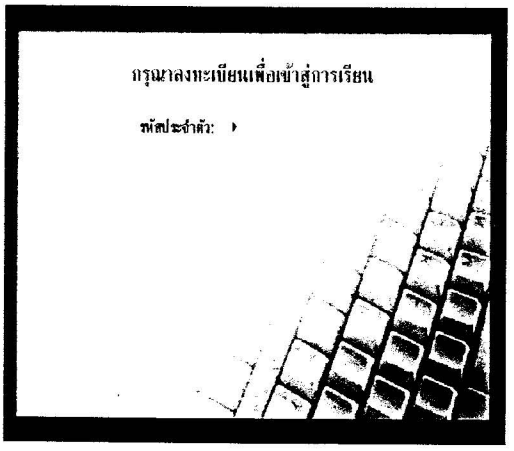
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ”

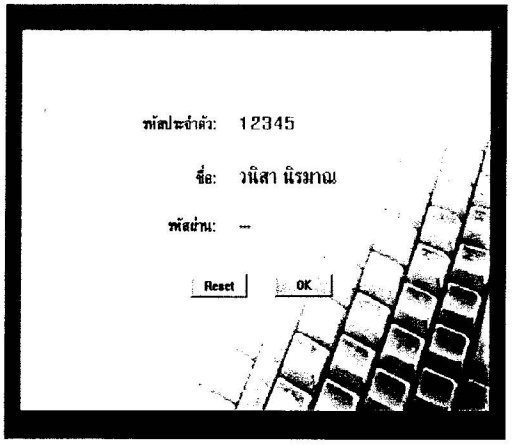


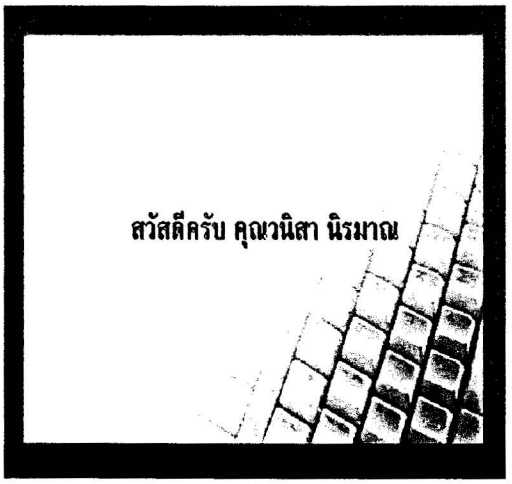




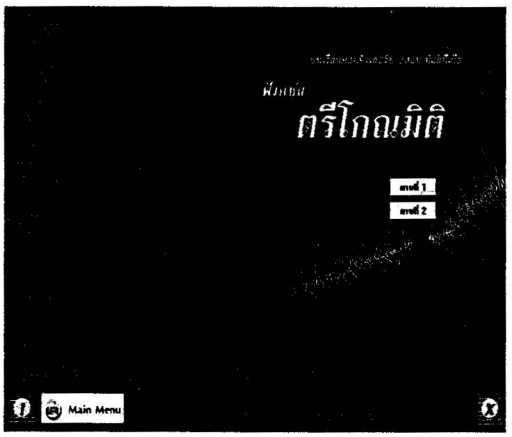


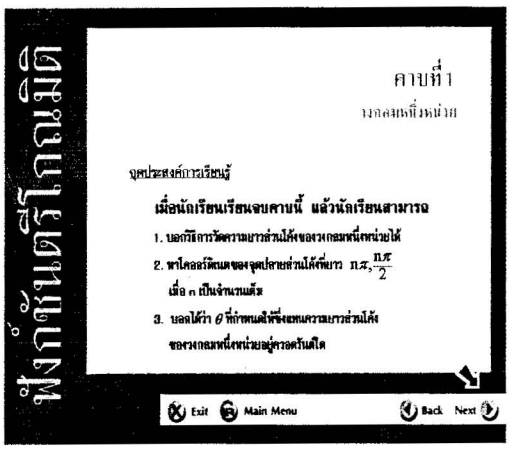


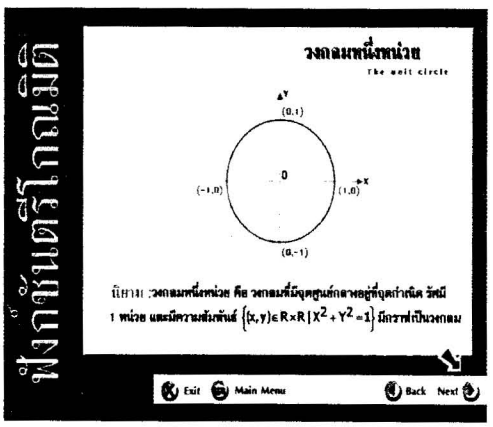


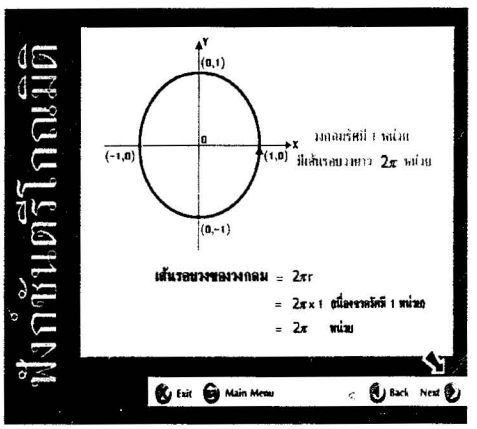

สวัสดีครับ คุณวนิสา นิรมาณ

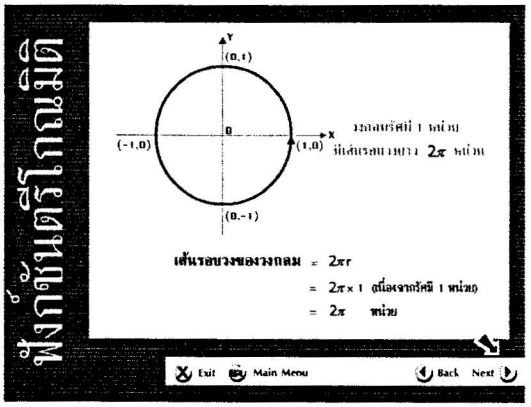

ฟังก์ชัน
ตรีโกณมิติ
ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์
ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์
ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่นๆ
ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม
การอ่านค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติทางตาราง
กราฟฟังก์ชันตรีโกณมิติ

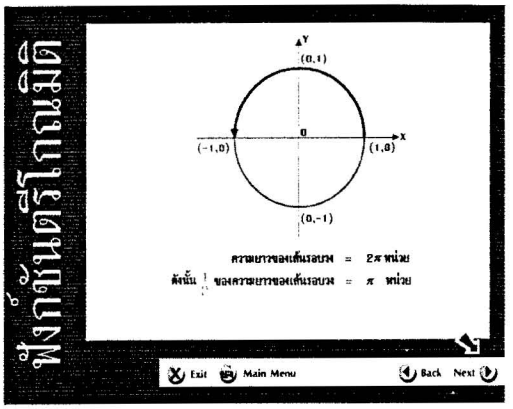

ฟังก์ชัน
ตรีโกณมิติ
เกมที่ 1
เกมที่ 2
Main Menu

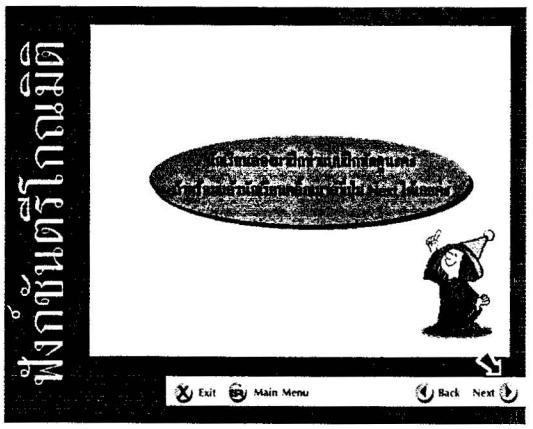

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
คาบที่ 1
วงกลมหนึ่งหน่วย
จุดประสงค์การเรียนรู้
เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้ แล้วนักเรียนสามารถ
1. บอกวิธีการวัดความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยได้
2. หาโดเมนของจุดปลายส่วนโค้งที่ยาว $n\pi, \frac{n\pi}{2}$
เมื่อ n เป็นจำนวนเต็ม
3. บอกได้ว่า θ ที่กำหนดให้ซึ่งแทนความยาวส่วนโค้ง
ของวงกลมหนึ่งหน่วยอยู่ควอดรันต์ใด
Exit
Main Menu
Back
Next

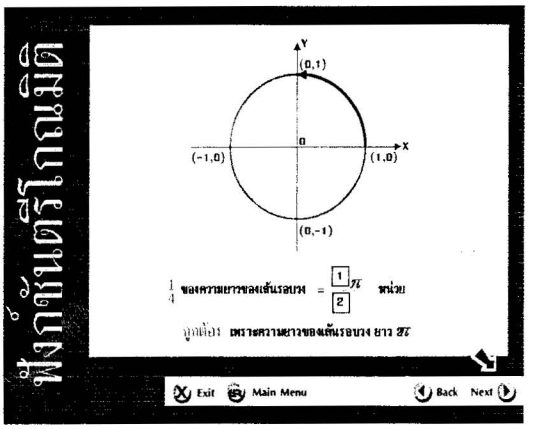

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
วงกลมหนึ่งหน่วย
the unit circle
Y
(0,1)
0
(-1,0)
(1,0)
X
(0,-1)
นิยาม : วงกลมหนึ่งหน่วย คือ วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิด รัศมี
1 หน่วย และมีความสัมพันธ์ $\{(x,y)\in R\times R \mid X^2+Y^2=1\}$ มีกราฟเป็นวงกลม
Exit
Main Menu
Back
Next

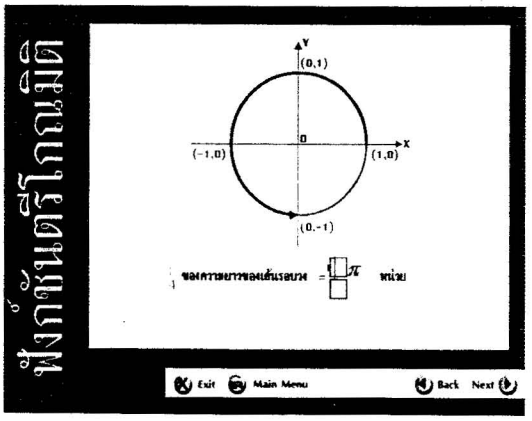

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
Y
(0,1)
0
(-1,0)
(1,0)
X
(0,-1)
วงกลมรัศมี 1 หน่วย
มีเส้นรอบวงยาว 2π หน่วย
เส้นรอบวงของวงกลม = $2\pi r$
= $2\pi \times 1$ เมื่อรัศมี 1 หน่วย
= 2π หน่วย
Exit
Main Menu
Back
Next

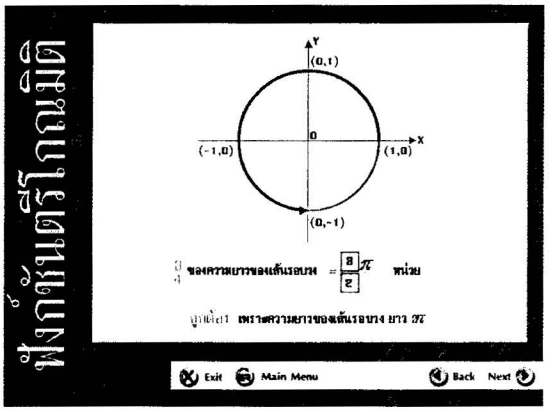

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
(0,1)
(-1,0)
(1,0)
(0,-1)
วงกลมรัศมี 1 หน่วย
มีเส้นรอบวงยาว 2π หน่วย
เส้นรอบวงของวงกลม = $2\pi r$
= $2\pi \times 1$ (เนื่องจากรัศมี 1 หน่วย)
= 2π หน่วย
Exit
Main Menu
Back
Next


ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
(0,1)
(-1,0)
(1,0)
(0,-1)
ความยาวของเส้นรอบวง = 2π หน่วย
ดังนั้น $\frac{1}{4}$ ของความยาวของเส้นรอบวง = π หน่วย
Exit
Main Menu
Back
Next


ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
Exit
Main Menu
Back
Next

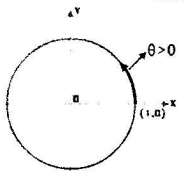

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
(0,1)
(-1,0)
(1,0)
(0,-1)
$\frac{1}{4}$ ของความยาวของเส้นรอบวง = $\frac{1}{2}\pi$ หน่วย
Exit
Main Menu
Back
Next


ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
(0,1)
(-1,0)
(1,0)
(0,-1)
$\frac{1}{4}$ ของความยาวของเส้นรอบวง = $\frac{\square}{\square}\pi$ หน่วย
Exit
Main Menu
Back
Next


ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
(0,1)
(-1,0)
(1,0)
(0,-1)
$\frac{1}{4}$ ของความยาวของเส้นรอบวง = $\frac{3}{2}\pi$ หน่วย
Exit
Main Menu
Back
Next

ตรีโกณมิติ

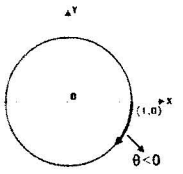
การวัดความยาวส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย



ถ้า $\theta > 0$ จะวัดส่วนโค้งจากจุด (1,0) ไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ยาว θ หน่วย

Exit Main Menu Back Next

ตรีโกณมิติ



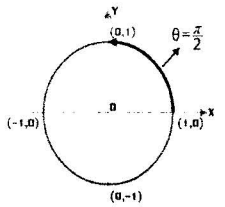
ถ้า $\theta < 0$ จะวัดส่วนโค้งจากจุด (1,0) ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ยาว θ หน่วย

Exit Main Menu Back Next

ตรีโกณมิติ

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงตำแหน่งและหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อจำนวน

1. $\theta = \frac{\pi}{2}$ หน่วย



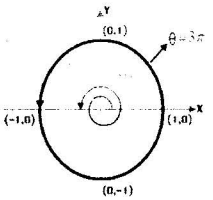
$\therefore$ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $\frac{\pi}{2}$ หน่วย คือ จุด (0, 1)

Exit Main Menu Back Next

ตรีโกณมิติ

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงตำแหน่งและหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อจำนวน

2. $\theta = 3\pi$ หน่วย



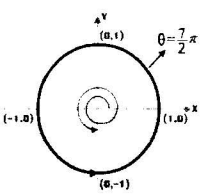
Exit Main Menu Back Next

ตรีโกณมิติ

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงตำแหน่งและหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อจำนวน

3. $\theta = \frac{7}{2}\pi$ หน่วย

วิธีทำ $\left[\frac{7\pi}{2} = 3\pi + \frac{\pi}{2}\right]$

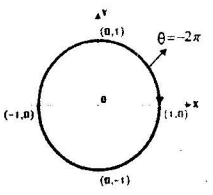


Exit Main Menu Back Next

ตรีโกณมิติ

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงตำแหน่งและหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อจำนวน

4. $\theta = -2\pi$ หน่วย



Exit Main Menu Back Next

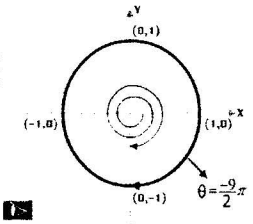
ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงตำแหน่งและหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อกำหนด

5. $\theta = \frac{-9}{2}\pi$ หน่วย

วิธีทำ

$\left[\frac{-9}{2}\pi = -4\pi + \left(-\frac{1}{2}\pi\right)\right]$



$\therefore$ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว $\frac{-9}{2}\pi$ หน่วย คือจุด (0 , -1)

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

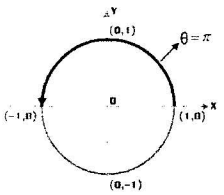


Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

แบบฝึกหัด

1. $\theta = \pi$ หน่วย



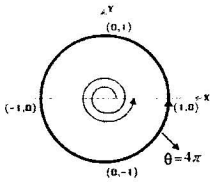
$\therefore$ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว π หน่วย คือ จุด (□,□)

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

แบบฝึกหัด

2. $\theta = 4\pi$ หน่วย



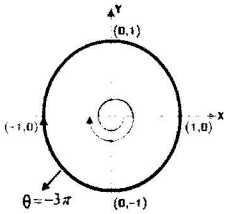
$\therefore$ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว 4π หน่วย คือ จุด (□,□)

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

แบบฝึกหัด จงแสดงตำแหน่งและหาโคออร์ดิเนตของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อกำหนด

3. $\theta = -3\pi$ หน่วย



$\therefore$ จุดปลายของส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยที่ยาว -3π หน่วย คือ จุด (□,□)

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

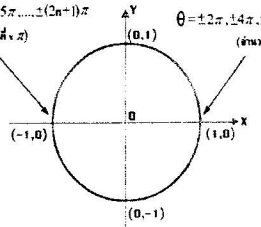
สรุป

จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย ที่มีความยาว $2n\pi$ คือ จุด (1 , 0)

จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย ที่มีความยาว $(2n+1)\pi$ คือ จุด (-1 , 0)

$\theta = \pm\pi, \pm3\pi, \pm5\pi, \ldots, \pm(2n+1)\pi$ (จำนวนคี่ x π)

$\theta = \pm2\pi, \pm4\pi, \pm6\pi, \ldots, \pm2n\pi$ (จำนวนคู่ x π)

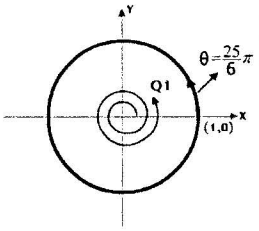


Exit Main Menu Back Next

ตัวอย่างที่ 2 จงแสดงค่า θ ต่อไปนี้ว่าอยู่ในควอดรันต์ใด

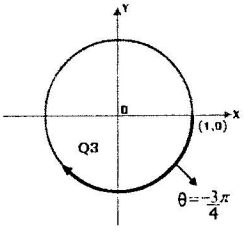
3. $\theta = \frac{25}{6}\pi$ หน่วย

$\left[\frac{25}{6}\pi = 4\pi + \frac{1}{6}\pi\right]$



ตัวอย่างที่ 2 จงแสดงค่า θ ต่อไปนี้ว่าอยู่ในควอดรันต์ใด

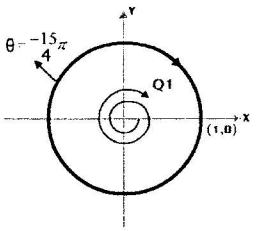
4. $\theta = -\frac{3}{4}\pi$ หน่วย



ตัวอย่างที่ 2 จงแสดงค่า θ ต่อไปนี้ว่าอยู่ในควอดรันต์ใด

5. $\theta = -\frac{15}{4}\pi$ หน่วย

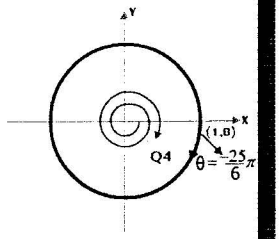
$\left[-\frac{15}{4}\pi = -3\pi + \left(\frac{-3}{4}\right)\pi\right]$



ตัวอย่างที่ 2 จงแสดงค่า θ ต่อไปนี้ว่าอยู่ในควอดรันต์ใด

6. $\theta = -\frac{25}{6}\pi$ หน่วย

$\left[\frac{-25}{6}\pi = -4\pi + \left(-\frac{1}{6}\pi\right)\right]$

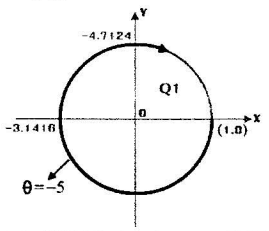


ตัวอย่างที่ 2 จงแสดงค่า θ ต่อไปนี้ว่าอยู่ในควอดรันต์ใด

7. $\theta = -5$ หน่วย (กำหนดให้ $\pi \approx 3.1416$, $\frac{\pi}{2} \approx 1.5708$)

$\therefore -5 = -3.1416 + (-1.5708) + (-0.2676)$

$-5 \approx -\pi + \left(-\frac{\pi}{2}\right) + (-0.2676)$



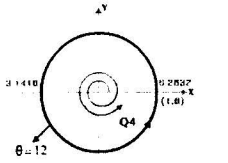
ตัวอย่างที่ 2 จงแสดงค่า θ ต่อไปนี้ว่าอยู่ในควอดรันต์ใด

8. $\theta = 12$ หน่วย

(กำหนดให้ $\pi \approx 3.1416$, $2\pi \approx 6.2832$, $3\pi \approx 9.4248$, $\frac{\pi}{2} \approx 1.5708$)

$\therefore 12 = 9.4248 + 1.5708 + 1.0044$

หรือ $12 \approx 3\pi + \frac{\pi}{2} + 1.0044$



ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

นักเรียนลองฝึกทำแบบฝึกหัดดูนะครับ
ถ้าพร้อมแล้วนักเรียนคลิกมาที่ปุ่ม Next ได้เลยครับ

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

แบบฝึกหัด จงหาพิกัดของจุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วย เมื่อส่วนโค้งมีความยาวส่วนโค้ง θ หน่วยนี้

1. จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยยาว $\frac{3}{2}\pi$ หน่วย คือ จุด (0 , -1)
2. จุดปลายส่วนโค้งของวงกลมหนึ่งหน่วยยาว 3π หน่วย คือ จุด (-1 , 0)

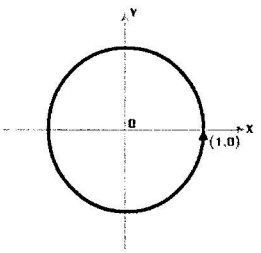
ดูเฉลย

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

แบบฝึกหัด จงหาความยาวของส่วนโค้ง θ ที่กำหนดจุดปลายของส่วนโค้งให้ต่อไปนี้

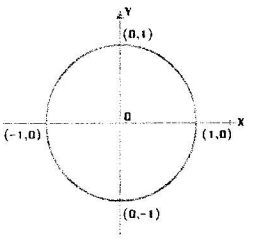
2.



$\theta = \boxed{2}\pi$ ดูเฉลย

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ



สรุป

วงกลมหนึ่งหน่วย ตัดแกน X ที่จุด (1 , 0) และ (-1 , 0)

วงกลมหนึ่งหน่วย ตัดแกน Y ที่จุด (0 , 1) และ (0 , -1)

Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

สรุป

ถ้า $\theta > 0$ วัดความยาวส่วนโค้งจากจุด (1 , 0) ไปในทิศทาง ทวนเข็มนาฬิกา

ถ้า $\theta < 0$ วัดความยาวส่วนโค้งจากจุด (1 , 0) ไปในทิศทาง ตามเข็มนาฬิกา

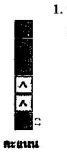
Exit Main Menu Back Next

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

แบบทดสอบ

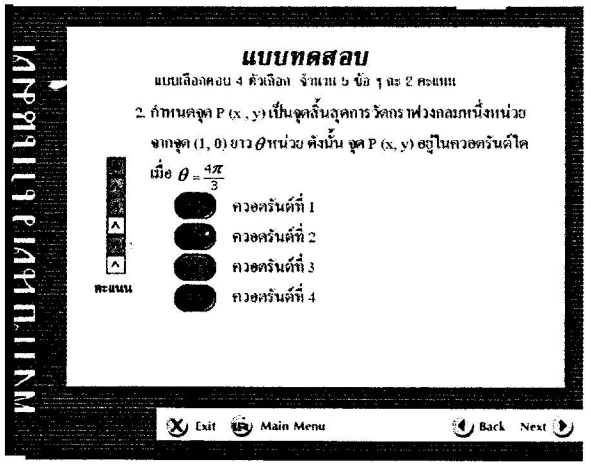
แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ 1 ข้อ 2 คะแนน

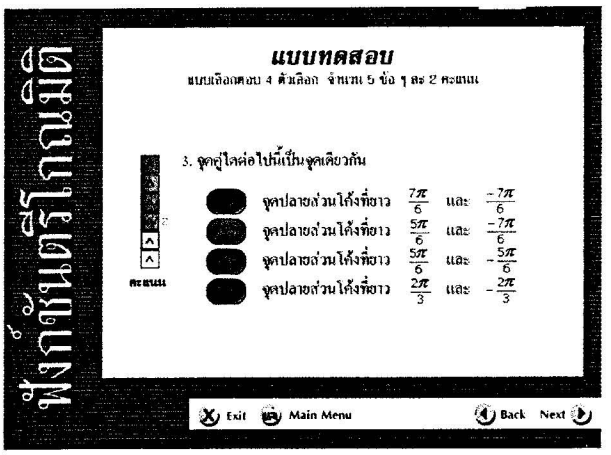
1. จุดสิ้นสุดของการวัดระยะทางวงกลมหนึ่งหน่วยจากจุด (1,0) ไปตามเข็มนาฬิกายาว 6π หน่วย คือจุดใด

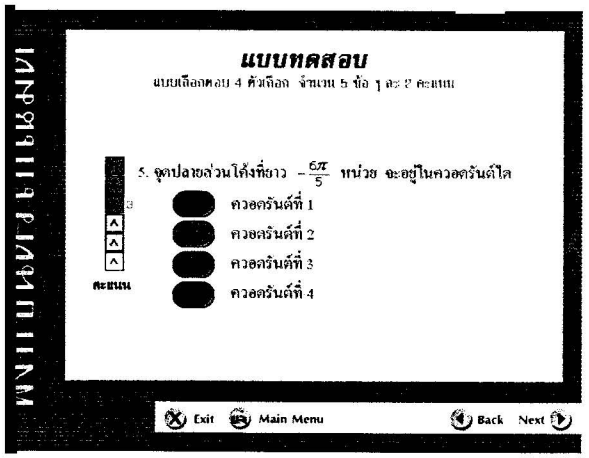


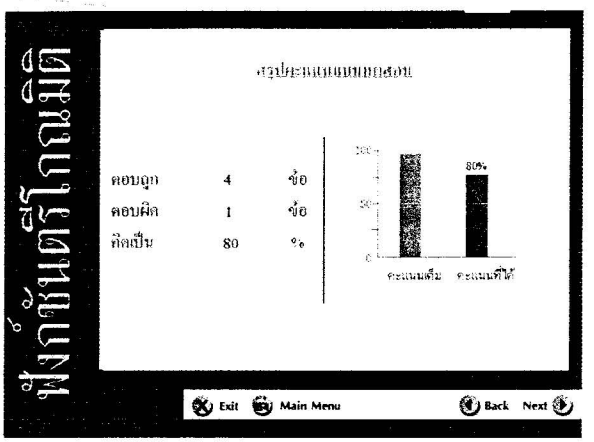
(1 , 0)
(0 , 1)
(-1 , 0)
(0 , -1)

Exit Main Menu Back Next









ขอขอบคุณ

อาจารย์ ดร.ลาวีวรรณ เศวตมาลย์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

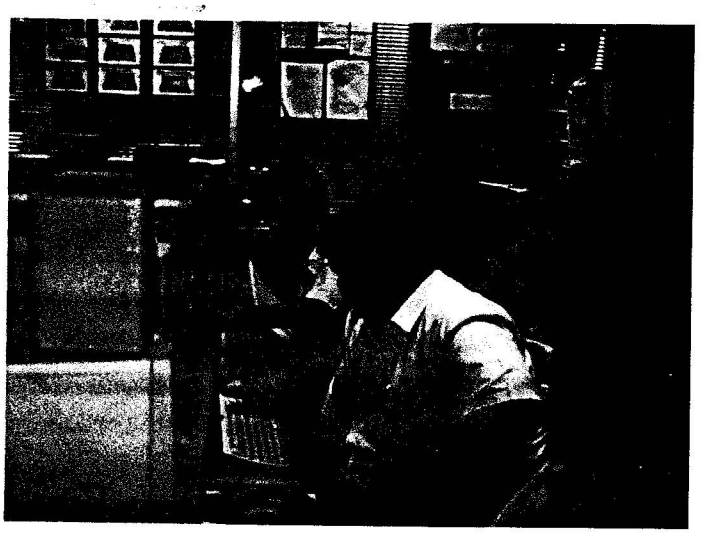
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง
ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บรรยากาศการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ
เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ”







ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง
   ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก
   ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
   โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
   โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์
   ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อาจารย์ พัชรี เลิศวิจิตรศิลป์
   ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อาจารย์ ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร
   หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา

1. รองศาสตราจารย์ดวงเดือน ศาสตรภัทร
   ภาควิชาจิตวิทยา คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
   โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบสอบถามและแบบวัดความพึงพอใจ

1. อาจารย์ ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก
   ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
   โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อาจารย์ ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร
   หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางวนิสา นิรมาณ
วันเดือนปีเกิด	4 มีนาคม 2503
สถานที่เกิด	เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	511/752 ถ.จรัญสนิทวงศ์ แขวงบางขุนศรี เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700
สถานที่ทำงานในปัจจุบัน	โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 10500

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2523	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย
พ.ศ.2527	วท.บ.(คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
พ.ศ.2545	กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ