

ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สารนิพนธ์
ของ
นางสาวนงลักษณ์ แก้วมาลา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน 2547

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

510.712
น148ช
จ.3

ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

16 ก.ย. 2547

บทคัดย่อ
ของ
นางสาวนงลักษณ์ แก้วมาลา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
เมษายน 2547

ก 251059 จ.3

นงลักษณ์ แก้วมาลา. (2547).ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 39 คน ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาในการสอน 12 ชั่วโมง แบบแผนการทดลองครั้งนี้เป็นแบบ One Group Pretest–Posttest Design และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าสถิติ t– test dependent

ผลการศึกษาพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGES TO ENHANCE CONNECTION SKILLS
IN "PROBLEM SOLVING BY USING PYTHAGORAS THEOREM AND ITS CONVERSE"
FOR MATHAYOMSUKSA II STUDENTS**

**AN ABSTRACT
BY
MISS NONGLAK KAEWMALA**

**Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University**

April 2004

Nonglak Kaewmala. (2004). *Mathematical Activity Packages to Enhance Connection Skills in "Problem Solving by Using Pythagoras Theorem and Its Converse" for Mathayomsuksa II Students*. Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Assoc.Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya

The purposes of this research were to construct mathematical activity packages to enhance connection skills in "Problem Solving by Using Pythagoras Theorem and Its Converse" for Mathayomsuksa II students, and to study mathematics achievement of Mathayomsuksa II students after being taught by using activity packages.

The subjects of this study were 39 Mathayomsuksa II students of Nongkhae "Sorakitpittaya" School, Nongkhae District, Saraburi, during the second semester of 2003 academic year. The students were randomly selected by using the simple random sampling technique. The experimental group was taught by the researcher using Mathematical Activity Packages to Enhance Connection Skills in "Problem Solving by Using Pythagoras Theorem and Its Converse". The One Group Pretest–Posttest Design was used for this study. The data were statistically analyzed by using t–test dependent

The finding was as follows :

The mathematics achievement of the experimental group after being taught by using Mathematical Activity Packages to Enhance Connection Skills in "Problem Solving by Using Pythagoras Theorem and Its Converse" for Mathayomsuksa II Students was statistically higher than that before the teaching at the .01 level of significance.

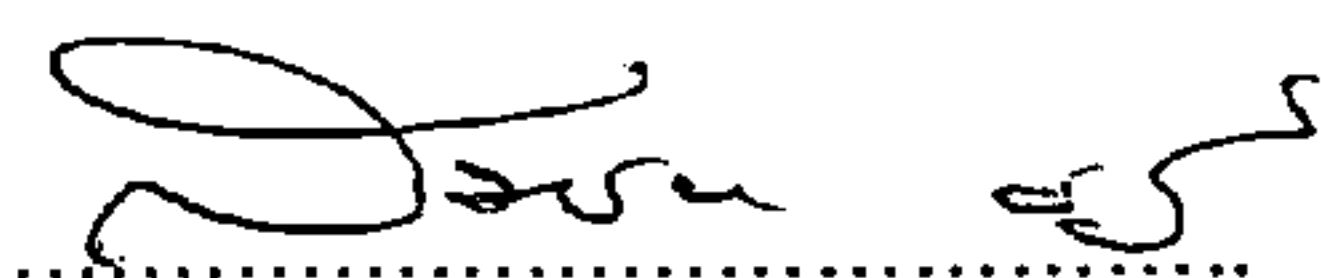
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. จีววรรณ เสวตมัลย์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

คณะกรรมการสอบ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. จีววรรณ เสวตมัลย์)

ประธาน

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

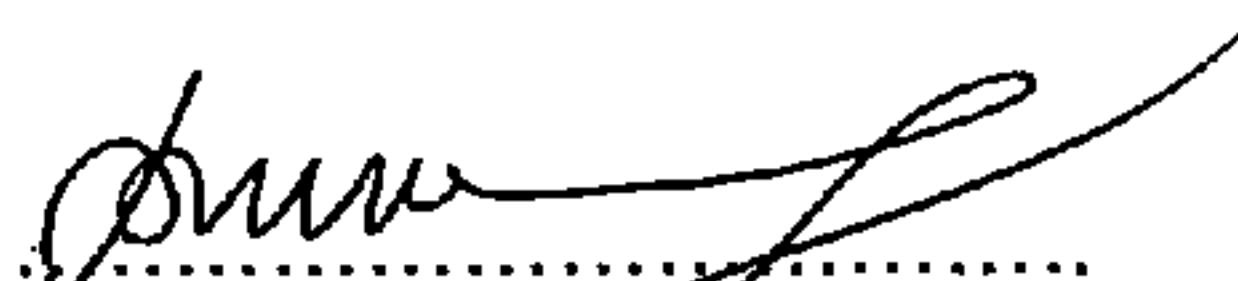
กรรมการสอบสารนิพนธ์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.คมเพชร จิตรศุภกุล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

วันที่...17...เดือน...เมษายน.....พ.ศ. 2547

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความสามารถและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เทวตมालย์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ และรองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล และอาจารย์อภิชาติ เพชรพลอย ที่กรุณาช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง อันทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสวนทองรวมมิตร คณะครูอาจารย์ของโรงเรียนวัดสวนทองรวมมิตรทุกท่าน ที่สนับสนุนและให้โอกาสในการศึกษาต่อรวมทั้งให้ความช่วยเหลือและกำลังใจอย่างดียิ่งตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” คณะครูอาจารย์ของโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุงทุกท่าน และคณะครูอาจารย์ของโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” ที่ได้อำนวยความสะดวกในการทดลองหาคูณภาพเครื่องมือและดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการหาคูณภาพเครื่องมือและดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณน้า และพี่ชาย ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาการมัธยมศึกษาที่คอยเป็นกำลังใจให้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณอันยิ่งใหญ่ของบิดา มารดา พี่น้อง และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความรัก ความอบอุ่น กำลังใจ และมอบความรู้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

นางลักษณ์ แก้วมาลา

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	3
	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ตัวแปรที่ศึกษาค้นคว้า.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม.....	7
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์.....	17
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	38
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	59
	การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	59
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	59
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	73
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	73
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	73
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	73
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	75
อภิปรายผล.....	76
ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า.....	77
ข้อเสนอแนะ.....	78
 บรรณานุกรม.....	 79
 ภาคผนวก.....	 86
ภาคผนวก ก.....	87
ภาคผนวก ข.....	93
ภาคผนวก ค.....	96
ภาคผนวก ง.....	169
 ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์.....	 171

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณน้ำแครนเบอร์รี่และโซดากับเหล้า เมื่อต้องการพันธ์จำนวน 120 ถ้วย.....	24
2	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัยที่พิจารณาจากการแสดง วิธีการในการหาคำตอบ และความถูกต้องของคำตอบ.....	51
3	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินชิ้นงานแบบองค์รวม.....	52
4	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (คุณลักษณะ มีความรับผิดชอบ).....	53
5	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (คุณลักษณะ มีระเบียบวินัย).....	53
6	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (คุณลักษณะ ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ).....	54
7	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินด้านความรู้และทักษะ / กระบวนการแบบองค์รวม.....	55
8	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (มีความรับผิดชอบ).....	55
9	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (มีระเบียบวินัย).....	56
10	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ).....	56
11	แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design.....	66
12	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการ ทดลอง.....	72
13	ค่าดัชนีความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของวิทเนย์และซาเบอร์ส (D.R.Whitney and D.L.Sabers)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ.....	88
14	ค่า x และ x^2 ในการหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ที่ใช้ในการหา ค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient).....	89

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
15	ค่า s_i และ s_i^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ.....	92
16	ค่า x และ x^2 ในการหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน).....	94
17	การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ย่อยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	99

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 การต่อกันของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ตัดตามแนวเส้นทแยงมุม.....	32

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นเพื่อสนองความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการด้านต่างๆ ของโลกในยุคโลกาภิวัตน์ การจัดการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษามุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต และใช้เวลาอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งมีความยืดหยุ่น สอนความต้องการของผู้เรียน ชุมชน สังคมและประเทศชาติ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และเรียนรู้ได้จากสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ทุกประเภท รวมทั้งจากเครือข่ายการเรียนรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น ชุมชนและแหล่งอื่นๆ (กรมวิชาการ. 2544 : 23) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ช่วงชั้น ซึ่งแต่ละช่วงชั้นกำหนดสาระการเรียนรู้เป็น 8 กลุ่มสาระ ได้แก่ ภาษาไทย , คณิตศาสตร์ , วิทยาศาสตร์ , สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม , สุขศึกษาและพลศึกษา , ศิลปะ , การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ

คณิตศาสตร์เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระ โดยจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกเป็น 6 สาระการเรียนรู้ กล่าวคือ สาระที่ 1 – 5 เป็นสาระในเชิงเนื้อหา ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระเกี่ยวกับทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ. 2544 : 1)]

จากสิ่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คณิตศาสตร์นับว่าเป็นวิชาที่มีส่วนสำคัญยิ่งต่อการพัฒนามนุษย์ให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย สติปัญญา และจิตใจ ด้วยเหตุนี้จึงควรให้ความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม มีการทำงานร่วมกัน แก้ปัญหาร่วมกัน รู้จักนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้โดยสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นๆ

และสามารถใช้ในชีวิตจริงได้ (สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2543 : 56) [แต่ในปัจจุบันพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น ครูใช้วิธีสอนโดยเน้นการบรรยาย และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหามากกว่ากระบวนการ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้ร่วมรู้ร่วมคิด แก้ปัญหาที่กำลังเรียน การที่ครูใช้วิธีการดังกล่าวเป็นประจำย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สนใจบทเรียน นักเรียนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ ไม่เกิดมโนคติในเรื่องที่เรียนและไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง (อารีย์ คำปล้อง. 2536 : 2)] ซึ่งเห็นได้จากรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2540 (กรมวิชาการ. 2542 : 29) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการสอบวัดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนทั่วประเทศ ปรากฏว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าทุกรายวิชา และมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 36.91 ของคะแนนเต็ม และร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มควรปรับปรุงมีค่าสูงถึง 80.94 ดังนั้นผู้สอนควรรหาแนวทางให้การจัดการเรียนการสอน โดยครูควรศึกษายุทธวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนผลิตสื่อหรือนวัตกรรมที่สามารถช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความน่าสนใจมากขึ้น

นวัตกรรมทางการศึกษาที่น่าสนใจอย่างหนึ่งในการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งจัดไว้อย่างเป็นระบบและมีวิธีการเรียนกำหนดไว้อย่างเป็นขั้นตอน ชุดกิจกรรมเป็นสื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน โดยที่ครูอาจเป็นผู้ใช้ในการสอน หรือนักเรียนเป็นผู้ใช้ศึกษาด้วยตนเอง มีครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ และในแต่ละชุดจะประกอบด้วยสื่อ อุปกรณ์ และกิจกรรมการเรียนการสอน ในการสร้างนั้นผู้สร้างได้มีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการสร้างเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับผลสำเร็จ (เพ็ญประภา แสนธิ. 2542 : 10) ซึ่งการนำชุดกิจกรรมมาใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นี้ก็จะเป็ทางเลือกหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาและได้ปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง และเพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ที่มีบทบาทต่อสังคมมากขึ้น ครูคณิตศาสตร์ควรช่วยกันคิดค้นคว้าหาตัวอย่างในชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนนำมาเผยแพร่ แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน เพื่อจะช่วยกันพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป (วีระชัย เจริญจิตติชัย. 2544 : 68)

[การที่ครูผู้สอนนำตัวอย่างในชีวิตประจำวันมาสอดแทรกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยง ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ภายในคณิตศาสตร์ ซึ่งในการเรียนรู้แต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเรื่องใหม่ทุกครั้ง เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนเรื่องใหม่ด้วยความเข้าใจอย่างรวดเร็ว การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง

คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี สังคมศึกษา สุขภาพ และพลศึกษา ทำให้พวกเขาเรียนรู้ว่าคณิตศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งของการเรียนรู้เรื่องราวในโลก โดยมีการเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในวิชาอื่น (Wachusett Regional School District. 1995 : Online) ครูจึงควรพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ให้เกิดกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักและเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์สอดแทรกในการเรียนรู้เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดในชีวิตประจำวัน]

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้น เพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์พร้อมทั้งฝึกทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนและเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพมากขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนกับหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ทำให้ได้แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับครูผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนหนองแค "สรกิจพิทยา" อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ทั้งหมด 8 ห้องเรียน รวม 320 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนหนองแค "สรกิจพิทยา" อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองแค "สรกิจพิทยา" พุทธศักราช 2545 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เวลาดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง (ปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ 8 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 4 ชั่วโมง) ดังนี้

- | | |
|--|-------------------|
| 1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 2. ใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง | จำนวน 8 ชั่วโมง |
| 2.1 ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.2 ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับ | |
| รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.3 ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง นำรู้ นำคิด...กับคู่อันดับและกราฟ | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.4 ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง กำลังสอง...ทำคิด | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 3. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน | จำนวน 2 ชั่วโมง |

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
 2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ หมายถึง

— สื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย

- 1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

2) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์จากการเรียนในแต่ละครั้ง

3) สื่อการเรียน / แหล่งเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรม

4) เนื้อหาสาระของบทเรียน เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้กับนักเรียน

5) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ

6) การวัดและประเมินผล เป็นแบบทดสอบย่อย แบบประเมินผลการเรียนรู้ แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรมหลังการใช้ชุดกิจกรรมแต่ละชุด

2. ทักษะการเชื่อมโยง หมายถึง

ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ด้วยกัน และมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้กับศาสตร์อื่นๆ

3. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง หมายถึง

สื่อการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้น โดยมีการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ด้วยกันและมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้กับศาสตร์อื่นๆ ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง

ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ซึ่งพิจารณาตามคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

5. แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง

แบบทดสอบที่กำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาให้ผู้ตอบหาคำตอบโดยการอธิบายหรือบรรยาย แสดงความคิดเห็น โดยอาจจำกัดคำตอบหรือไม่ก็ได้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
 - 1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
 - 1.2 ประเภทของชุดกิจกรรม
 - 1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
 - 1.4 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม
 - 1.5 คุณประโยชน์ของชุดกิจกรรม
 - 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของการเชื่อมโยง
 - 2.2 มาตรฐานของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 องค์ประกอบที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2.5 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ
 - 2.6 คุณประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.5.1 ลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย
 - 3.5.2 หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย
 - 3.5.3 การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย
 - 3.5.4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย
 - 3.5.5 ข้อดีของแบบทดสอบอัตนัย
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม (Activity Package) เป็นชุดของสื่อประสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ โดยประยุกต์มาจากสื่อที่เรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนการสอน ชุดการเรียนรู้สำเร็จรูป ชุดการเรียนรู้รายบุคคล ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฯลฯ

มีผู้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้ หรือชุดการสอน หรือชุดกิจกรรม ไว้ดังนี้

บราวน์; และ คนอื่นๆ (Brown; et al. 1983 : 389) ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรม คือ ชุดของสื่อแบบประสมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยเหลือครูให้สามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกล่องหรือชุดกิจกรรมมักจะประกอบไปด้วยสิ่งของหลายอย่าง เช่น ภาพโปรงใส ฟิล์มสตริป ภาพเหมือน โปสเตอร์ สไลด์ และแผนภูมิ บางชุดอาจประกอบด้วยเอกสารเพียงอย่างเดียว บางชุด อาจจะเป็นโปรแกรมที่มีบัตรคำสั่งให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง

พรอคเตอร์ (Proctor. 2003 : Online) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง วัสดุที่พัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการรายบุคคลของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถ เรียนรู้ได้ในทิศทางที่ตนต้องการ และช่วยฝึกให้นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ได้ โดยใน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญของความรู้ ได้แก่ทักษะ ทศนคติ แนวคิด หรือ ความคิดรวบยอดอย่างใดอย่างหนึ่ง

สุภารัตน์ ไผ่พงศาวงศ์ (2543 : 52) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือชุดการเรียนรู้หรือ ชุดการสอนนั่นเอง ซึ่งหมายถึง สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างประกอบขึ้นด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด และองค์ประกอบอื่น เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการเรียนเพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ

กัลยา ทองสุ (2545 : 54) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง การใช้สื่อการสอนหลาย อย่างที่จัดไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนของเนื้อหาพร้อมกันเข้าไว้เป็นชุด โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาและ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่แนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุตาม จุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

พรศรี บุญรอด (2545 : 10) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม ก็คือชุดการเรียนรู้หรือชุดการสอนที่ หมายถึงสื่อการสอนซึ่งครูสร้างขึ้น ประกอบไปด้วยสื่ออุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนการสอนอย่าง หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำและความ ช่วยเหลือ

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมในข้างต้น พอสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

1.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

นักการศึกษาได้กล่าวถึง ประเภทของชุดการสอน ชุดการเรียน ชุดการเรียนการสอน หรือชุดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้สร้างได้ตัดสินใจว่าจะสร้างชุดกิจกรรมในรูปแบบใดไว้หลายท่านดังนี้

บุญเกื้อ คอระหาเวช (2542 : 94 – 95) แบ่งประเภทของชุดการสอนเป็น 3 ประเภท ใหญ่ๆ คือ

1. ชุดการสอนประเภทคำบรรยาย เป็นชุดการสอนสำหรับผู้สอนจะใช้สอนผู้เรียน เป็นกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลง และใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดการสอนในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น ข้อสำคัญก็คือสื่อที่จะนำมาใช้นี้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน ชุดการสอนชนิดนี้บางคนอาจจะเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนเรียนร่วมกัน เป็นกลุ่มเล็กๆประมาณ 5 - 7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักจะใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม ผู้เรียนจะสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วย ชุดการสอนชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูลก็ได้

สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ (2545 : 52 – 53) กล่าวว่า ชุดการสอนที่ใช้กันอยู่ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู
เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ หรือเป็นการสอนที่มุ่งเน้นการปูพื้นฐานให้ทุกคนรับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้ลดเวลาในการอธิบายของผู้เรียนให้พูดน้อยลง เพิ่มเวลาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติมากขึ้น โดยใช้สื่อที่มีอยู่พร้อมในชุดการสอนในการนำเสนอเนื้อหาต่างๆ สิ่งสำคัญคือสื่อที่นำมาใช้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นชัดเจนทุกคนและมีโอกาสได้ใช้ครบทุกคนหรือทุกกลุ่ม

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรมหรือชุดการสอนสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย
เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ประมาณกลุ่มละ

4 – 8 คน โดยใช้สื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียน โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการสอนรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ

เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความต้องการและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ จุดประสงค์หลัก คือ มุ่งให้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ ชุดการสอนชนิดนี้ส่วนใหญ่จัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล ตัวอย่างเช่น ชุดวิชาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่าประเภทของชุดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ตามลักษณะของการใช้ คือ ชุดกิจกรรมแบบคำบรรยาย ชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม และชุดกิจกรรมแบบรายบุคคล

1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอน เพื่อนำมาใช้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอนที่ต้องการสร้างขึ้น ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 181) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดการเรียนไว้ ดังนี้

1. คู่มือสำหรับผู้สอนในการใช้ชุดการเรียนการสอนและสำหรับผู้เรียนในชุดการเรียน
2. คำสั่ง เพื่อกำหนดแนวทางในการสอนหรือการเรียน
3. เนื้อหาสาระบทเรียน จะจัดอยู่ในรูปของสไลด์ फिल्मสตริป เทปบันทึกเสียง วัสดุกราฟิก วีดีโอเทป หนังสือเรียน ฯลฯ
4. กิจกรรมการเรียน เป็นการให้ผู้เรียนทำรายงานจากกิจกรรมที่กำหนดให้ หรือค้นคว้าต่อจากที่เรียนไปแล้ว เพื่อความรู้ที่กว้างขวางขึ้น
5. การประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนนั้น

ยุพิน พิพิธกุล; และ อรพรรณ ดันบรรจง (2532 : 182) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนรายบุคคลได้ว่า จะต้องเอาบทเรียนมาแบ่งเป็นหน่วยย่อยๆ แต่ละหน่วยย่อยประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. บัตรคำสั่ง จะชี้แจงรายละเอียดว่าผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร
2. บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ สิ่งที่จะต้องมีในบัตรกิจกรรมคือ หัวเรื่อง ระดับชั้น สื่อการเรียนการสอน กิจกรรม เฉลยกิจกรรม
3. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการให้เรียน สิ่งที่จะต้องมีในบัตรเนื้อหาก็คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม ตัวอย่าง

4. บัตรกิจกรรม หรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่จัดทำไว้ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกหัดทำ หลังจากที่ได้ทำบัตรกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว ในบัตรแบบฝึกหัดนี้จะต้องทำบัตรเฉลยไว้พร้อม สิ่งที่จะมีในบัตรแบบฝึกหัด หรือบัตรงาน คือ หัวข้อเรื่อง สูตร นิยาม กฎที่ต้องการใช้ในโจทย์แบบฝึกหัด ให้นักเรียนตั้งใจทำเองแล้วหาคำตอบเฉลยแบบฝึกหัด

5. บัตรทดสอบหรือบัตรปัญหา เป็นข้อทดสอบตามเนื้อหาของแต่ละหน่วยย่อย และมีเฉลยไว้พร้อม อาจจะทำทั้งข้อทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) และข้อทดสอบหลังเรียน (Post - test)

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 95 – 96) กล่าวว่าชุดการสอนมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ด้าน ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดการสอนศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วยแผนการสอน สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอน บทบาทของผู้เรียน และการจัดชั้นเรียน (ในกรณีของชุดการสอนที่มุ่งใช้กับกลุ่มย่อยในศูนย์การเรียน)

2. บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

3. แบบทดสอบวัดผลความก้าวหน้าของผู้เรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับตรวจสอบว่าหลังจากเรียนชุดการสอนจบแล้วผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

4. สื่อการเรียนต่างๆ เป็นสื่อสำหรับผู้เรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกันอาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น บทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่อง จุลสาร บทเรียนโปรแกรม หรือประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภูมิต่างๆ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป สไลด์ ขนาด 2 x 2 นิ้ว ของจริง เป็นต้น

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542 : 55) กล่าวว่า ชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1. บัตรคำสั่ง ซึ่งจะชี้แจงรายละเอียดว่าผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร
2. บัตรกิจกรรมและบัตรเฉลยกิจกรรม จะประกอบไปด้วยหัวข้อเรื่อง ระดับเรื่อง กิจกรรมและเฉลยกิจกรรม

3. บัตรเนื้อหา จะบอกเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการให้เรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อเรื่อง สูตร นิยาม ตัวอย่าง

4. บัตรแบบฝึกหัด จัดทำไว้สำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึกหลังจากได้ทำบัตรกิจกรรม และศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว ประกอบไปด้วย หัวข้อเรื่อง สูตร นิยาม กฎต่างๆ โจทย์แบบฝึกหัด

5. บัตรทดสอบและบัตรเฉลยข้อทดสอบ ประกอบไปด้วย หัวข้อเรื่อง และหัวข้อทดสอบและจัดทำเฉลยไว้ด้วย นอกจากนี้แล้วอาจจัดทำแบบทดสอบก่อนเรียน (pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (post-test) ไว้ใช้สำหรับการประเมินผลอีกครั้งหนึ่ง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ประกอบด้วย

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์จากการเรียนในแต่ละครั้ง
3. สื่อการเรียน / แหล่งเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรม
4. เนื้อหาสาระของบทเรียน เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้กับนักเรียน
5. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ
6. การวัดและประเมินผล เป็นแบบทดสอบย่อยและแบบสังเกตพฤติกรรมหลังการใช้ชุดกิจกรรมแต่ละชุด

1.4 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านเสนอขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ ดานา (Dana. 2003 : Online) กล่าวว่าขั้นตอนในการออกแบบชุดการสอนรายบุคคล ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและเหตุผลสำหรับชุดการเรียนรู้ของนักเรียน โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของชุดการเรียนรู้ ลักษณะของชุดการเรียนรู้ การออกแบบชุดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เป็นต้น
2. ดำเนินการออกแบบชุดการเรียนรู้
 - 2.1 เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 2.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา
 - 2.3 แยกส่วนที่ไม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ออกไปให้หมด
 - 2.4 สร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผลนักเรียน
 - 2.5 เลือกเทคนิควิธีสอน
 - 2.6 เลือกสื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีมาใช้ในชุดการเรียนรู้
 - 2.7 รวบรวมชุดการเรียนรู้
 - 2.8 สร้างแบบทดสอบหลังใช้ชุดการเรียนรู้
 - 2.9 นำเสนอชุดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จ
 - 2.10 ทดลองใช้ชุดการเรียนรู้และสังเกตการใช้ชุดการเรียนรู้
3. จัดเก็บชุดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ออกแบบไว้เพื่อนำไปใช้สอน

สูตรรัตน์ ไผ่พวงตาวงค์ (2543 : 55 – 56) กล่าวว่า การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอน 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการ เป็นแบบสหวิทยาการตามที่เหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอนย่อย แบ่งเนื้อหาออกเป็นการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่ครูจะถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4 – 6 หัวข้อ
4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิดสาระหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องเป็นจุดประสงค์ทั่วไปแล้วเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งเป็นแนวทางการเลือกและผลิตสื่อการสอน
7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ผู้สอนใช้ ถือว่าเป็นสื่อการสอน เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า “ชุดกิจกรรม”
9. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สอนจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล
10. การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมที่ได้รับการปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรมและตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้
 - 10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที)
 - 10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
 - 10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นสอน) ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
 - 10.4 ขั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ
 - 10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป

สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ (2545 : 53 – 5) กล่าวว่าการผลิตชุดการสอนมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการสอน อาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตรหรือกำหนดเรื่องใหม่ขึ้นมาก็ได้ การจัดแบ่งเรื่องย่อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและลักษณะการใช้ชุดการสอนนั้นๆ การแบ่งเนื้อเรื่องเพื่อทำชุดการสอนในแต่ละระดับย่อมไม่เหมือนกัน

2. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการแบบสหวิทยาการได้อย่างเหมาะสม

3. จัดเป็นหน่วยการสอน จะแบ่งเป็นกี่หน่วย หน่วยหนึ่งๆ จะใช้เวลานานเท่าใดนั้นควรพิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นเรียน

4. กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อยๆ เพื่อสะดวกแก่การเรียนรู้แต่ละหน่วยควรประกอบด้วยหัวข้อย่อย หรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ประมาณ 4 – 6 หัวข้อ

5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือสามารถสรุปหลักการ แนวคิดอะไร ถ้าผู้สอนเองยังไม่ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง การกำหนดกรอบความคิด หรือหลักการก็จะไม่ชัดเจน ซึ่งจะรวมไปถึงการจัดกิจกรรม เนื้อหาสาระ สื่อและส่วนประกอบอื่นๆ ก็จะไม่ชัดเจนตามไปด้วย

6. กำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึงจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ไว้ให้ชัดเจน

7. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน การทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง การตอบคำถาม การเขียนภาพการทดลอง การเล่นเกม การแสดงความคิดเห็น การทดสอบ เป็นต้น

8. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอนแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

9. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ผู้สอนใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนในแต่ละหัวเรื่องเรียบร้อยแล้ว ควรจัดสื่อการสอนเหล่านั้นแยกออกเป็นหมวดหมู่ในกล่อง / แฟ้มที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อหาความตรง ความเที่ยงก่อนนำไปใช้ เราเรียกสื่อการสอนแบบนี้ว่า ชุดการสอน

โดยปกติรูปแบบของชุดการสอนที่ดีควรมีขนาดมาตรฐานเพื่อความสะดวกในการใช้และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเก็บรักษา โดยพิจารณาในด้านต่างๆ เช่น การใช้ประโยชน์ ความประหยัด ความคงทนถาวร ความน่าสนใจ ความทันสมัย ทันเหตุการณ์ ความสวยงาม เป็นต้น

10. สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังเรียนควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ ข้อสอบไม่ควรมากเกินไปแต่ควรเน้นรอบความรู้สำคัญในประเด็นหลักมากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย หรือถามเพื่อความจำเพียงอย่างเดียว และเมื่อสร้างเสร็จแล้วควรทำเฉลยไว้ให้พร้อมก่อนส่งไปหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

11. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เมื่อสร้างชุดการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำชุดการสอนนั้นๆ ไปทดสอบโดยวิธีการต่างๆ ก่อนนำไปใช้จริง เช่น ทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมและความตรงของเนื้อหา เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม เป็นดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างละเอียด
2. แบ่งหน่วยการเรียนรู้ออกเป็นหน่วยย่อย
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
4. กำหนดความคิดรวบยอด โดยเขียนให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
6. เลือกและผลิตสื่อการเรียนที่เหมาะสมกับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ พร้อมทั้งจัด

สื่อการเรียนอย่างเป็นระบบ

7. กำหนดแบบประเมิน พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างละเอียด

8. ทดลองใช้ชุดกิจกรรมกับผู้เรียนที่เป็นตัวอย่างของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ได้

ชุดกิจกรรมที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน

1.5 คุณประโยชน์ของชุดกิจกรรม

นักการศึกษาได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนในการใช้ชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนเพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนนั้น ไว้ดังนี้

คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา (2539 : 29) กล่าวว่าชุดการเรียนการสอนมีข้อดี ดังนี้

1. ผู้เรียนจะเรียนตามลำพังหรือเรียนเป็นกลุ่มก็ได้
2. การเรียนช้าหรือเร็วเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียน ผู้เรียนไม่ต้องกังวลว่าจะเรียนไม่ทันเพื่อน
3. จะนำไปเรียนที่ใดก็ได้ เรียนเวลาใดก็ได้ที่ว่าง เมื่อต้องการจะเรียน
4. แก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้บ้าง
5. ใช้ช่วยซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อนหรือขาดเรียนได้
6. เป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบของการเรียนการสอนในชั้นเรียน เป็นการศึกษา

หาความรู้อย่างมีขบวนการ มีขั้นตอน มีรูปแบบ

พรทิพย์ แก้วใจดี (2545 : 20) กล่าวว่า ชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล นอกจากนี้แล้วยังทราบผลการปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ อย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายหรือเกิดความท้อถอยในการเรียน เพราะผู้เรียนมีสิทธิที่จะกลับไปศึกษาเรื่องที่ตนเองไม่เข้าใจใหม่ได้

เพชรรัตดา เทพพิทักษ์ (2545 : 38) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมมีคุณค่ามากมาย ได้แก่

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการของตน ช่วยให้ทุกคนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น ตามอัตราการเรียนรู้ของผู้นั้น
2. ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกปฏิบัติจริง และทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม มีการทำงานร่วมกันอย่างมีระบบ สามารถทราบผลการเรียนรู้ของตนเองได้โดยระบบการตรวจสอบของเครื่องมือที่กำหนดไว้จนเกิดความพึงพอใจในการเรียน
3. ช่วยให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ซึ่งไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี
4. ทำให้การเรียนรู้เป็นอิสระจากอารมณ์และบุคลิกภาพของผู้สอน
5. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้กับผู้สอน
6. ได้รับความสนใจของผู้เรียน ไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดการพัฒนาในทุกๆ ด้าน

สุกัญญา ยีกา (2545 : 25) กล่าวว่า การใช้ชุดการเรียนการสอนมีประโยชน์ทั้งต่อผู้เรียนและครูผู้สอน โดยจะเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครูและช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจ อีกทั้งยังช่วยลดภาระของครูผู้สอนและจัดปัญหาการขาดแคลนครูผู้ชำนาญ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าชุดการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรม ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาและได้ปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยทั้งงานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศ ซึ่งมีผู้สนใจทำการศึกษา ดังต่อไปนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

ฮิรามัทสึ (Hiramatsu. 1982 : Online) ได้ทำการศึกษาการทำชุดการเรียนรายบุคคลแบบใช้สื่อประสมกับนักศึกษาวิทยาลัยชุมชนฟูตึฮิลล์ในประเทศญี่ปุ่น นักศึกษาเรียนโดย

ใช้ตำราเรียน เทปโทรทัศน์ เทปวิทยุ และเทปแม่เหล็ก ผลการศึกษาพบว่าผลการเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นที่น่าสนใจ และการใช้ชุดการเรียนรายบุคคลแบบใช้สื่อประสมทำให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อโปรแกรมการเรียน

วิลสัน (Wilson. 1988 : Online) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครูเพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนเข้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนตามปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนเข้าได้

ออร์ตัน-ฟลินน์ (Orton - Flynn. 1997 : Online) ได้ทำการศึกษาเรื่องการออกแบบชุดการเรียนโดยใช้สื่อการเรียนมัลติมีเดีย นำมาใช้ในการสอนในเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียน โดยนำชุดการเรียนที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของสื่อการเรียนมัลติมีเดียมาใช้ มีการสังเกตและพิจารณาจากผลงานของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียน MIC (Multimedia Interactive Calculator) ผลการศึกษาพบว่าชุดการเรียนมีประสิทธิภาพ โดยจะช่วยให้นักเรียนค้นพบแบบรูปของจำนวนและเข้าใจความจริงของจำนวน และได้แสดงถึงประโยชน์ในการสอนคณิตศาสตร์สำหรับเนื้อหาที่ยาก

งานวิจัยในประเทศ

วงศ์เดือน อินทนิเวศน์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าชุดการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัลยา ทองสุ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรุณี สุพรรณพงศ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง เรื่อง เส้นตรงและมุม ความยาว พื้นที่ และปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการ

สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทางสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมทั้งต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อแนวทางการจัดการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาและได้ปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำชุดกิจกรรมมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544 : 200) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้นจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรมในทางศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

2.1 ความหมายของการเชื่อมโยง

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมบัติ แสงทองคำสุก. 2545 :33 ; อ้างอิงจาก The National Council of Teachers of Mathematics. 1991) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

2.1.1 การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวัน ช่วยผู้เรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2.1.2 การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

2.2 มาตรฐานของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 1989 : Online) กล่าวถึงมาตรฐานในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเกรด 5 – 8 ซึ่งนักเรียนทุกคนมีความสามารถ ดังนี้

1. มองคณิตศาสตร์ในภาพรวม
2. สำรวจปัญหาและบรรยายผลที่ได้ โดยใช้กราฟ จำนวน ลักษณะทางกายภาพ พืชคณิต และรูปแบบทางคณิตศาสตร์ด้วยคำพูด หรือการนำเสนอข้อมูล
3. ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ
4. ประยุกต์ความคิดทางคณิตศาสตร์และรูปแบบในการแก้ปัญหาซึ่งพบในศาสตร์อื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ และธุรกิจ
5. ตระหนักในคุณค่าของบทบาทคณิตศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรม

สมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 2000 : Online) กล่าวถึงมาตรฐานในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์จากอนุบาลไปยังเกรด 12 เป็นโปรแกรมการศึกษาเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจแนวทางการเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันและสร้างแนวคิดต่างๆ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่
3. ตระหนักและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นนอกจากเนื้อหาคณิตศาสตร์

ปานทอง กุลนาถศิริ (2543 : 21) กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยงซึ่งสมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้จัดพิมพ์เผยแพร่เอกสารมาตรฐานหลักสูตรและการวัดผลในปี ค.ศ. 1989 ไว้ดังนี้

มาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (Connections)

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์และเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความสามารถ ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงและความสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ ตลอดจนแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้ เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ได้
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยในการพิจารณาปัญหาวิธีต่าง ๆ ได้

4. สามารถระลึกถึงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วและสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ได้

กรมวิชาการ (2544 : 25) กล่าวถึงมาตรฐานในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้ ในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – 3) ดังนี้

1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และในการดำรงชีวิต

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่าประเทศไทยนั้นได้กำหนดมาตรฐานในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางของกรมวิชาการ

2.3 องค์ประกอบที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544 : 200) กล่าวว่าองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ / กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

2.4 การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 1989 : Online) กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นทั้งในโรงเรียนและในสังคมปัจจุบันมากขึ้น ครูคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าและร่วมมือกับครูในวิชาอื่นเพื่อสำรวจแนวคิดต่างๆทางคณิตศาสตร์ไปยังปัญหาอื่นซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียน การรวมคณิตศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาซึ่งให้สัญลักษณ์และกระบวนการที่มีประโยชน์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของมาตรฐานทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เข้าใจมันได้ ทักษะการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา อภิปราย และแบบจำลองข้อเท็จจริงในโลก และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอของปัญหาช่วยให้มองสิ่งต่างๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้นทำให้นักเรียนอธิบายปัญหา

และคำตอบได้ ถ้านักเรียนเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนปรับเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น และตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกัน

การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างได้หลายแนวทาง เมื่อนักเรียนศึกษาหัวข้อหนึ่งมันสามารถนำไปประยุกต์ในหัวข้ออื่นได้ โดยการเชื่อมโยงปรากฏออกมาขณะที่นักเรียนทำคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

➤ เมื่อนักเรียนสร้างและอภิปรายการเลื่อนทางเรขาคณิต “20 ไปทางขวา” และการเลื่อนในครั้งที่ 2 “45 ไปทางซ้าย” ผลลัพธ์ที่ได้เหมือนกันคือเป็นการรวมกันของจำนวนเต็ม

➤ การอธิบายในเรื่องเศษส่วนสามารถอธิบายโดยการเชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่อง การวัด อัตราส่วน และแนวคิดเกี่ยวกับพีชคณิต

➤ การพัฒนาและสำรวจแบบรูปในรูปสามเหลี่ยมปาสคาล ซึ่งสามารถใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการนับ เลขยกกำลัง พีชคณิต แบบรูป เรขาคณิต ความน่าจะเป็น และทฤษฎีจำนวน โดยทั่วไปการเชื่อมโยงเหล่านี้ยังไม่ควรทำในลักษณะที่เป็นแบบแผนในเกรด 5–8 แต่ครูสามารถเสนอในรูปแบบที่ง่ายขึ้นไม่เป็นแบบแผน โดยอาจตั้งคำถาม เช่น คุณสมารถหาจำนวนของรูปสามเหลี่ยมในสามเหลี่ยมปาสคาล? ทำไมมันจึงเกิดขึ้น? สามเหลี่ยมปาสคาลมีบางสิ่งที่น่าสนใจเรื่องความน่าจะเป็นในการเกิดหัว 2 หัว จากเหรียญ 3 เหรียญ ใช่หรือไม่? เพราะเหตุใด?

➤ ความรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่สามารถช่วยให้เข้าใจในการดำเนินการของ เศษส่วน การนำเสนอข้อมูล การแก้ปัญหาเรื่องสัดส่วน การหาตัวประกอบและความน่าจะเป็น และการสำรวจความหมายของเครื่องหมายพีชคณิต

➤ บทเรียนเรื่องการวัดต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสูตรและแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดทางเรขาคณิต การวัด และพีชคณิต

เมื่อนักเรียนเรียนรู้แนวคิดใหม่ๆหรือแก้ปัญหาใหม่ๆ นักเรียนจะเพิ่มความสำคัญในกระบวนการและทักษะในการคิดของพวกเขาเอง โดยการพิจารณาจากการพัฒนาแนวคิดในครั้งก่อน ความสามารถนี้เป็นการรวมแนวคิดและความคิดรวบยอดเพื่อส่งเสริมความเชื่อมั่นของนักเรียนในความคิดของเขาเอง เนื้อหาหลักสูตรส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการมองการเชื่อมโยง แต่ครูจะต้องหาโอกาสในการช่วยนักเรียนให้สร้างความคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ปัญหาที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นปัญหาที่เน้นให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การเอาใจใส่ต่อการตระหนัก และการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อจะค่อยๆ ซึมซาบเข้าไปในตัวนักเรียน ซึ่งคาดหมายว่าแนวคิดที่พวกเขาเรียนรู้เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาและค้นคว้าความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อื่นๆ

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น คณิตศาสตร์เกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ในวิชาอื่นก็เกิดขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น

➤ สังคมศึกษา การศึกษาเรื่องแผนที่เป็นเวลาที่ยอดเยียมในการเรียน เรื่อง การวัดและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดที่คล้ายคลึงกัน อัตราส่วน และสัดส่วน

➤ หัวข้อการวัดมีสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ใน บ้าน เทคโนโลยี อุตสาหกรรม และพลศึกษา ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับครูในวิชาดังกล่าวข้างต้น การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ตัวอย่างเช่น

➤ ปัญหา “การจับมือกับผู้อื่น” สามารถใช้ในการแสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่าง จำนวนของรูปสามเหลี่ยมและเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม

➤ นักเรียนเกรด 5–8 จะมีความสนใจเกี่ยวกับโลกรอบตัวเรา ความน่าจะเป็น และสถิติ จึงกลายเป็นการเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างโลกแห่งความจริงกับห้องเรียนคณิตศาสตร์

➤ การพยากรณ์อากาศ

➤ การทดลองวิทยาศาสตร์

➤ การอ้างการโฆษณา

➤ เหตุผลที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ

➤ แนวโน้มทางเศรษฐกิจ

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นเนื้อหาเล็กน้อยที่นักเรียนสามารถสืบสวนโดยใช้กฎทาง คณิตศาสตร์ในสังคมของเรา สถิติที่น่าเสนอข้อมูลทางสังคมให้กับนักเรียน เนื้อหาใดก็ตามกฎที่มี ความจำเป็นต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ค่อยๆ ซึมซาบเข้าไปในทัศนคติของการสืบสวนสอบสวนและ ไหวพริบในการหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างรูปแบบของคณิตศาสตร์และสิ่งที่เป็นจริงใน โลกเข้าไปในตัวนักเรียน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 1991 : Online) กล่าวถึงการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ว่า ครูมีบทบาทในการพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

➤ สาธิตความรู้ในเรื่องความคิดรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

➤ นำเสนอคณิตศาสตร์ในลักษณะเช่นเดียวกับเครือข่ายการเชื่อมโยง

ความคิดรวบยอดและกระบวนการร่วมกัน

➤ เน้นให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นและเป็นการ เชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน

➤ ร่วมทำชิ้นงานกับนักเรียน โดยส่งเสริมความเข้าใจในความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

➤ ร่วมกันอภิปรายคณิตศาสตร์ โดยขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิด รวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สิ่งที่มีความสำคัญอันดับแรกในมาตรฐานนี้อยู่ที่การสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ครูควรสาธิตความเข้าใจความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง เชื่อมโยง ความคิดรวบยอดและกระบวนการ เชื่อมโยงหัวข้ออื่นในคณิตศาสตร์ (เช่น นำเรขาคณิต มาใช้ในการ อธิบาย เรื่องความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความน่าจะเป็น หรือตัวประกอบของจำนวนเต็ม) และ

เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ครูสามารถตอบคำถามของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ รวมไปถึงการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย และสามารถร่วมอภิปรายคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสาธิตความรู้ รวมไปถึงการปรับตัวทางคณิตศาสตร์ สิ่งที่ตามมาคือความพยายามของมนุษย์ในการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิต ในทางตรงกันข้ามมักเกิดความผิดพลาดทางคณิตศาสตร์บ่อยๆ โดยมีการนำเสนออย่างจำกัดหรือไม่เหมาะสม หรือนำเสนอมathematics ในลักษณะวิชาที่ตายตัว มีการนำเสนอโดยใช้สัญลักษณ์อย่างเดียว

ครูและนักเรียนร่วมทำชิ้นงาน ซึ่งรวมถึงความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างความคิดรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดและกระบวนการที่ได้จากคณิตศาสตร์ จะมีความหมายเพียงเล็กน้อย ถ้าเรียนรู้เนื้อหาโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับหัวข้อในคณิตศาสตร์เอง การสอนไม่ควรสอนแบบจำกัดหรือตายตัว การนึกถึงนิยามหรือการคำนวณที่มีขั้นตอนแน่นอน แต่การสอนควรมีวัตถุประสงค์ที่กว้างขึ้นแตกต่างกันไป เช่นเดียวกับข้อแนะนำ มาตรฐานหลักสูตร และการประเมินผลสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียน นอกจากนี้ครูควรเน้นเกี่ยวกับการสื่อสารคณิตศาสตร์ ความสำคัญของการขยายความเข้าใจในเนื้อหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน

การเชื่อมโยงควรเกิดขึ้นเป็นประจำเพื่อส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในคุณค่าทางคณิตศาสตร์ในสังคม และมีการส่งเสริมโดยไม่คำนึงถึงว่ากำลังเรียนคณิตศาสตร์ถึงตอนใด นักเรียนควรมีโอกาสในการประยุกต์โดยเรียนรู้จากสถานการณ์จริงในโลก นอกเหนือจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในหนังสือเรียนปกติ นักเรียนมองคณิตศาสตร์ว่าเป็นสิ่งที่อยู่ในสังคมและเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตของเขา มาตรฐานนี้บอกเป็นนัยว่ากิจกรรมการเรียนการสอนควรมุ่งหมายไปที่การส่งเสริมการตระหนักในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ โดยนำมาซึ่งประสบการณ์และความสนใจของนักเรียน

สมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 2000 : Online) กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาการเชื่อมโยงในเกรด 6 – 8 ดังนี้ ครูมีหน้าที่ในการเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอก รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ครูจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา เช่น สัดส่วนและพีชคณิต

ครูเพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน ด้วยการใช่วิชาอื่นเป็นแหล่งข้อมูลปัญหาหลายปัญหา ตัวอย่างเช่น

➤ การศึกษาวิทยาศาสตร์และสังคมเป็นการเพิ่มโอกาสในการเรียนเกี่ยวกับการวัดข้อมูลและพีชคณิต

➤ ศิลปะสามารถนำมาใช้สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่าง สมมาตร ความคล้ายและการถ่ายทอดของรูปแบบทางเรขาคณิต

➤ ครูศิลปศาสตร์สามารถบรรยายยุทธวิธีที่พวกเขาสอนเขียนการอ้างเหตุผลที่มีประโยชน์ ครูคณิตศาสตร์อาจช่วยให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีเมื่อเมื่อมีความเหมาะสมในการยกตัวอย่างแย้งทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสูตร ช่วยให้นักเรียนตระหนักและวิเคราะห์รูปแบบของการอ้างเหตุผลและข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

วงดนตรีของโรงเรียนแห่งหนึ่งได้รับหน้าที่เป็นเจ้าภาพในการจัดคอนเสิร์ต โดยนักเรียนเกรด 7 ทำหน้าที่จัดเตรียมอาหารว่าง ซึ่งหนึ่งในอาหารว่างเหล่านั้นคือพัสน์ นักเรียนให้ส่วนผสมในการทำพัสน์ 4 สูตรกับแม่ครัว ซึ่งมีส่วนผสมของโซดากับเหล้าและน้ำแครนเบอร์รี่ที่มีปริมาณแตกต่างกัน

สูตร A

น้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย
โซดากับเหล้า 3 ถ้วย

สูตร B

น้ำแครนเบอร์รี่ 4 ถ้วย
โซดากับเหล้า 8 ถ้วย

สูตร C

น้ำแครนเบอร์รี่ 3 ถ้วย
โซดากับเหล้า 5 ถ้วย

สูตร D

น้ำแครนเบอร์รี่ 1 ถ้วย
โซดากับเหล้า 4 ถ้วย

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. พัสน์สูตรใดมีส่วนผสมของแครนเบอร์รี่เข้มข้น พร้อมทั้งอธิบายคำตอบได้
2. พัสน์สูตรใดที่มีส่วนผสมของแครนเบอร์รี่เจือจาง พร้อมทั้งอธิบายคำตอบที่ได้
3. ถ้าหัวหน้าวงดนตรีต้องการพัสน์ทุกสูตร สูตรละ 120 ถ้วย ต้องมีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รี่และโซดากับเหล้ากี่ถ้วย

นักเรียนร่วมกันตอบคำถามในข้อ 1 – 2 เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 – 3 คน เมื่อแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จ ให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานและแนวคิดในการหาคำตอบ

แต่ละกลุ่มพยายามคำนวณว่าสูตรใดที่มีน้ำแครนเบอร์รี่เข้มข้น โดยแต่ละกลุ่มมีวิธีในการคำนวณแตกต่างกัน เช่น บางกลุ่มคำนวณโดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของน้ำแครนเบอร์รี่กับจำนวนส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละสูตร (สูตร A – D เป็น $\frac{2}{5}, \frac{4}{12}, \frac{3}{8}, \frac{1}{5}$ ตามลำดับ) บางกลุ่ม

พิจารณาจากอัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่กับโซดากับเหล้า (สูตร A – D เป็น $\frac{2}{3}, \frac{4}{8}, \frac{3}{5}, \frac{1}{4}$ ตามลำดับ)

บางกลุ่มพิจารณาผิดพลาด โดยพิจารณาเพียงจำนวนน้ำแครนเบอร์รี่ของแต่ละสูตรเท่านั้น (สูตร A – D เป็น 2, 4, 3, 1)

หลังจากถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบและเปรียบเทียบวิธีการของแต่ละกลุ่มแล้ว แต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจที่จะตอบคำถามในข้อสุดท้ายก่อน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมอบหมายงานเพื่อตัดสินใจว่าต้องใช้ปริมาณของน้ำแครนเบอร์รี่และโซดากับเหล้าเท่าไรในแต่ละสูตร

ต่อไปนี้เป็นยุทธวิธี 4 วิธี ซึ่งเป็นวิธีที่แต่ละกลุ่มใช้ในการแก้ปัญหาข้อ 3

สูตร A

มีแนวทางในการคำนวณว่าในสูตรนี้จะได้พันธ์ครึ่งละ 5 ถ้วย (น้ำแครนเบอร์รี่ : โซดากับเหล้า = 2 : 3) ดังนั้นถ้าต้องการ 120 ถ้วย จะต้องทำ $\frac{120}{5} = 24$ ซึ่งเป็นจำนวนพันธ์ที่เรา

ต้องการ

สำหรับการทำพันธ์ใน 1 ครั้ง จะต้องใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วยและโซดากับเหล้า 3

ถ้วย

ถ้าต้องการทำพันธ์ใน 24 ครั้ง จะต้องใช้น้ำแครนเบอร์รี่ $2 \times 24 = 48$ ถ้วยและ

โซดากับเหล้า $3 \times 24 = 72$ ถ้วย

และเมื่อนำน้ำแครนเบอร์รี่ 48 ถ้วย รวมกับโซดากับเหล้า 72 ถ้วย จะทำให้ได้พันธ์ทั้งหมด 120 ถ้วยตามต้องการ

สูตร B

มีแนวคิดที่ใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 4 ถ้วยและโซดากับเหล้า 8 ถ้วย เป็นอัตราส่วนเดียวกับน้ำแครนเบอร์รี่ 1 ถ้วยและโซดากับเหล้า 2 ถ้วย เราจึงคิดที่จะแบ่งพันธ์ 120 ถ้วย ออกเป็น 3 กลุ่ม จะได้น้ำแครนเบอร์รี่กลุ่มละ 40 ถ้วย และโซดากับเหล้า 2 ส่วน ในที่นี้ คือ 80 ถ้วย ซึ่งจะทำให้ได้พันธ์ทั้งหมด 120 ถ้วย และคุณยังใช้อัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่และโซดากับเหล้าเป็น 1 : 2 เช่นเดิม

สูตร C

ทดสอบด้วยการเพิ่มสูตรนี้เป็น 2 เท่า แต่มันก็ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มสูตรขึ้นเรื่อยๆ และมองดูแบบรูปที่เกิดขึ้น จนกระทั่งได้ 120 ถ้วย ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้

ตาราง 1 ปริมาณน้ำแครนเบอร์รี่และโซดากับเหล้า เมื่อต้องการพันธ์จำนวน 120 ถ้วย

แครนเบอร์รี่	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
โซดากับเหล้า	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
พันธ์	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120

ที่มา : NCTM. (2000). "Connections Standard for Grades 6 – 8," *Principles and Standards for School Mathematics*. (Online).

ซึ่งพบว่าเราจะต้องใช้ส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รี 45 ถ้วยและโซดากับเหล้า 75 ถ้วย

หลังจากการอภิปรายในชั้นเรียน กลุ่มนี้สังเกตว่าพวกเขาสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วจาก $\frac{3}{5}$ ไปยัง $\frac{45}{75}$ ได้ด้วยการคูณด้วย 15 เพราะพวกเขาต้องทำพันธสูตร C นี้ ทั้งสิ้น 15 ครั้ง

สูตร D

ทดลองใช้จำนวนต่างๆแบบลองผิดลองถูกโดยในตอนแรกทดลองใช้น้ำแครนเบอร์รี 20 ถ้วย ซึ่งหมายความว่าเราต้องการโซดากับเหล้า 80 ถ้วย แต่ยังไม่เพียงพอเพราะ $20 + 80 = 100$ ถ้วย ดังนั้นเราลองใช้ 30 ถ้วย หมายความว่าใช้น้ำ $30 \times 4 = 120$ ถ้วย ซึ่งทำให้ได้พันธจำนวนมา $30 + 120 = 150$ ถ้วย จากนั้นทดลองใช้น้ำแครนเบอร์รี 25 ถ้วยและโซดากับเหล้า $25 \times 4 = 100$ ถ้วย แต่มันทำให้ได้พันธ 125 ถ้วย ซึ่งยังไม่ถูกต้อง ดังนั้นเราลองใช้น้ำแครนเบอร์รี 24 ถ้วย จะต้องใช้โซดากับเหล้า $24 \times 4 = 96$ ถ้วย ซึ่งทำให้ได้พันธ $24 + 96 = 120$ ถ้วย ตามต้องการ

หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอวิธีการของพวกเขาในการตอบคำถามข้อที่ 3 ครูจึงดำเนินการพูดคุย โดยกระตุ้นให้นักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับความคล้ายและความแตกต่างระหว่างยุทธวิธีของแต่ละกลุ่ม

"สถานการณ์การทำพันธ" เป็นการนำแนวคิดในเรื่องต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น เศษส่วน อัตราส่วน สัดส่วน การดำเนินการ ขนาด ความรู้สึกเชิงจำนวน แบบรูป ฯลฯ โดยการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานี้ โดยนักเรียนถูกพัฒนาความเข้าใจ ซึ่งเป็นการวางพื้นฐานสำหรับการเรียนต่อไป

ชิ้นงานนี้ต้องการให้นักเรียนอธิบายยุทธวิธีของพวกเขา นักเรียนทุกคนมีโอกาสนในการสร้างความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วน โดยศึกษาแนวคิดจากกลุ่มต่างๆ กล่าวคือ

สูตร D ใช้วิธีการเดาแล้วตรวจสอบในการแก้ปัญหา

สูตร C ทำเป็นตารางและใช้แนวคิดในการเพิ่มอัตราส่วนและเพิ่มในแนวทางเดียวกันซึ่งนักเรียนสามารถหาได้โดยใช้เศษส่วนที่เท่ากัน

สูตร A, B คิดโดยเปรียบเทียบปริมาณและใช้อัตราส่วน

ไม่มีนักเรียนคนใดกล่าวว่าคำตอบที่ได้จากคำถาม 2 ข้อแรก จะมีความชัดเจนมากขึ้น ถ้าพวกเขาแก้ปัญหาในข้อ 3 ได้ ในแต่ละสูตรเราสามารถเพิ่มจำนวนน้ำแครนเบอร์รีไปสู่จำนวนพันธที่ต้องการได้ ในการทำพันธตามสูตร A – D ให้ได้สูตรละ 120 ถ้วยนั้น จะต้องทำพันธในแต่ละสูตรทั้งสิ้น 24 , 10 , 15 และ 24 ครั้ง ตามลำดับของส่วนผสมที่ต้องการ โดยในตอนแรกสูตร A – D ใช้น้ำแครนเบอร์รี 2 , 4 , 3 , และ 1 ถ้วย ตามลำดับ และจะได้ 120 ถ้วยเมื่อน้ำแครนเบอร์รีสูตร A – D เป็น 48 , 40 , 45 และ 24 ถ้วย ตามลำดับ ซึ่งเราจะพบว่าสูตร D มีรสและกลิ่นแครนเบอร์รีเจือจาง และสูตร A มีรสและกลิ่นแครนเบอร์รีเข้มข้น

มูลนิธิทางการศึกษาโชเดอร์ (The Shodor Education Foundation. 2000 : Online) กล่าวว่า การสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในเกรด 8 นั้น ต้องฝึกให้นักเรียนมีความสามารถต่างๆ ดังนี้

1. จัดหมวดหมู่และสร้างกราฟทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลในหนังสือพิมพ์หรือวารสาร เช่น ข้อมูลในตลาดหลักทรัพย์
2. รวบรวม จัดการ แสดงเป็นกราฟ และอธิบายข้อมูลซึ่งได้จากเนื้อหาวิชาอื่น
3. ใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายเพื่อรวบรวม สร้างแผนผัง และสร้างข้อมูลจากเมืองของเราและเมืองอื่น เช่น อัตราการเกิดและอัตราการตาย การเขียนบทประพันธ์หรือบันทึกการเดินทางเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
4. ตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาที่เหมาะสมและเส้นจำนวน โดยกำหนดเหตุการณ์จากชีวิตของนักเรียนลงในเวลาที่เหมาะสม
5. ใช้แผนที่ถนนและการคำนวณ เพื่อตัดสินระยะทางระหว่างเมืองและคำนวณค่าเดินทาง
6. ค้นหาและบันทึกแบบรูปและความสมมาตรในธรรมชาติ เช่น รังผึ้ง ใบไม้เกล็ดหิมะ ใบแมงมุม ฯลฯ และจำแนกแบบรูปของจำนวนในการประพันธ์บทเพลง
7. รวบรวมข้อมูลที่ผ่านมาเกี่ยวกับสภาพอากาศและพยากรณ์สภาพอากาศในอนาคต
8. คำนวณราคาค่าไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ / ชั่วโมง ค่าก๊าซธรรมชาติเป็นลูกบาศก์เมตร ค่าก๊าซโซลีนเป็นลิตร และระยะทางในการโทรศัพท์ (ไกล – ไกล) เป็นนาที
9. เชื่อมโยงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปเลขคณิตอย่างง่ายไปยังความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปพีชคณิต

มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (University of California. 2001 : Online) กล่าวว่า การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เข้าไปมีส่วนร่วมในด้านต่างๆ ทั้งด้านสถาบันการศึกษา เศรษฐกิจ และสังคม จึงควรมีการฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาไปสู่โลกภายนอก เพื่อพัฒนาความคิดทางด้านตรรกศาสตร์ของนักเรียน ฝึกให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ เกิดการจำแนกและเรียงลำดับข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา โดยครูควรกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา ฝึกสำรวจสิ่งต่างๆ พร้อมทั้งเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ปรากฏในโลก โดยมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียได้จัดทำโครงการเครือข่ายระหว่างประเทศเพื่อเชื่อมโยงนักเรียนทุกระดับจากทุกประเทศทั่วโลก เช่น โรมานี สหราชอาณาจักร อเมริกา แอฟริกา สเปน เปรู เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ร่วมกัน ฝึกการคิดวิเคราะห์ในการติดต่อสื่อสารกันทั่วโลก ให้นักเรียนถ่ายโอนการเรียนรู้ในโรงเรียนไปยังสิ่งที่อยู่นอกเหนือจากโรงเรียนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยโครงการนี้นอกจากจะเป็น

การเชื่อมโยงความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นแล้วยังเป็นการพัฒนามนุษย์สัมพันธ์ของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันทั้งทางด้านภาษา วัฒนธรรม และอายุอีกด้วย

กรมวิชาการ (2544 : 200 – 202) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆหรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียนให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

ตัวอย่างการเชื่อมโยง

กำหนดสถานการณ์ปัญหา

บริษัทก่อสร้างต้องการเช่าที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง สำหรับเก็บวัสดุก่อสร้างทางในราคาประหยัด และมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้

นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาค่าเช่าที่ดินทั้งแปลงเดือนละ 7,000 บาท

นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่าโดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100 บาทต่อปี

ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างจ้าง ผู้เรียนจะตกลงเช่าที่ดินของใคร เพราะเหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องการประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ การนำเสนอเฉพาะคำตอบจากการคำนวณของผู้เรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญต่อแนวคิดและเหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนอาจเป็นดังนี้

ด.ช. ก่อ ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายปีละ 84,000 บาท ($7,000 \times 12 = 84,000$) และได้ที่ดินมากกว่าที่กำหนดไว้อีก 1 งาน

ด.ญ. นิตยา ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนางล้วน ซึ่งคิดค่าเช่า 2 ไร่ หรือ 800 ตารางวา เป็นเงิน 80,000 ต่อปี ซึ่งเป็นราคาเช่าที่ถูกกว่าเช่าที่ดินของนายบุญ

ด.ญ. นุช ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปี แล้วจะจ่ายเพียงตารางวาละ 93 บาท $\left(\frac{7000 \times 12}{900} \approx 93 \right)$ ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีกในประเด็นที่ว่า ในชีวิตจริงแล้วก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใด ผู้ลงทุนจะไม่พิจารณาเฉพาะค่าเช่าเพียงอย่างเดียวต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าออก ที่ดินอยู่ใกล้หรือไกลจากบริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้างขึ้นสามารถนำความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ในชีวิตจริงได้ เป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในด้านการคิดอย่างถี่ถ้วนรอบคอบกล้าแสดงความคิดเห็น และคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

ในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรม หรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิด แสดงเหตุผลได้ ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น คำตอบของปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบขึ้นอยู่กับการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย

จรรยา ภูอุดม (2545 : 23 – 24) กล่าวถึงการคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนับเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์แบบองค์รวม มีการบูรณาการเนื้อหา เน้นมโนคติหรือแนวคิดหลัก การสอนคณิตศาสตร์ที่แยกเป็นส่วนๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมและนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมจากส่วนย่อยๆ ได้ แต่จะจำเฉพาะลักษณะที่เป็นส่วนย่อยๆ ในทางตรงข้ามเมื่อมโนคติถูกนำเสนอในลักษณะที่เป็นภาพรวม นักเรียนจะหาวิธีการสร้างความหมายโดยการแยกภาพรวมออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้สามารถมองเห็นและเข้าใจได้ ส่วนการเน้นมโนคติหลักเนื่องจากจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกจุดประสงค์ไม่ได้มีความสำคัญเท่ากันทั้งหมด บางจุดประสงค์เป็นเพียงกรณีเฉพาะหรือเป็นผลที่ได้โดยอ้อมจากการเรียนรู้บางจุดประสงค์ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นความสำคัญทุกจุดประสงค์จะทำให้เวลาที่มีในหลักสูตรไม่เพียงพอสำหรับจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดอย่างจริงจัง การจัดบรรยากาศการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้โดยการกระทำจะต้องไม่เป็นบรรยากาศที่อัดแน่นด้วยเนื้อ แต่เป็นการเน้นที่แนวคิดใหญ่ๆ จึงต้องมีการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกจุดประสงค์ใดที่เป็นจุดประสงค์หลักสำหรับจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยอาจใช้การสร้างแผนผังมโนคติ (concept maps) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เนื่องจากแผนผังมโนคติเป็นระบบการแทนความรู้ที่มีโครงสร้างเป็นลำดับขั้น มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างมโนคติต่างๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่ขึ้นต่อกันอย่างชัดเจน โดยมโนคติที่เป็นกรณีทั่วไปที่สุดจะเป็นมโนคติหลัก ส่วนมโนคติที่เฉพาะเจาะจงจะเป็นมโนคิต้อง แผนผังมโนคติจึงสามารถแสดงให้เห็นถึงมโนคติหลักและความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี

2. ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาสอดคล้องและตรงตามสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ไม่เป็นเพียงข้อมูลที่แต่งขึ้น จากประสบการณ์ที่ผ่านมาเรามักพบว่านักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ เพราะสถานการณ์ในชีวิตจริงส่วนใหญ่มีลักษณะ

ซับซ้อน มีการผสมผสานกันของเนื้อหาต่าง ๆ มากกว่าที่จะแยกออกเป็นส่วน ๆ ด้วยเหตุนี้ สถานการณ์ปัญหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงควรมีลักษณะเป็นแบบองค์รวม มีการบูรณาการของเนื้อหา และมีความซับซ้อนตรงตามความเป็นจริงมากกว่าเป็นการแต่งขึ้น การฝึกให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงย่อมทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับชีวิตประจำวันและสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน การให้โอกาสนักเรียนได้แก้ปัญหาแบบนี้จะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ในชีวิตจริงได้และเห็นว่าการเรียนรู้ต่อไปอีกเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

3. เป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่รอบตัวนักเรียนเหมาะกับวัย ความสนใจ และมีความหมายต่อนักเรียน เนื่องจากการใช้สถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจและมีความหมายต่อนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะผลักดันให้นักเรียนเกิดความอยากแก้ปัญหาหรือ การกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้

4. เป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ การอภิปราย และการตัดสินใจในการ ใช้สถานการณ์ที่ส่งเสริม การสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ เนื่องจากสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจเป็นสถานการณ์ที่มีประสิทธิภาพต่อการเร้าให้นักเรียนรู้จักคิด อันเป็น จุดเริ่มต้นของการสำรวจอย่างนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ ยังเป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้เกิดการใช้ระบบสัญลักษณ์ในการสื่อสาร เกิด ปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในสังคม ที่สำคัญคือการใช้สถานการณ์ที่ส่งเสริมการสำรวจ อภิปราย และตัดสินใจ จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของนักเรียนทางด้านทักษะกระบวนการทั้ง ทางด้านการสื่อสาร การแก้ปัญหา และการให้เหตุผลได้เป็นอย่างดี

5. เป็นสถานการณ์ที่ท้าทาย สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี นักเรียนแต่ละคน มีระดับความรู้ ทักษะและความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหาแตกต่างกัน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้หลายวิธีจึงเอื้อต่อการใช้วิธีการของนักเรียนในการหาคำตอบซึ่งจะส่งเสริมการ คิดและอภิปรายของนักเรียน ประกอบกับปัญหาในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่สามารถ แก้ได้หลายวิธี ดังนั้นการใช้สถานการณ์ปัญหาที่แก้ได้หลายวิธีจึงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายและสอดคล้องกับความเป็นจริงได้มากขึ้น นอกจากนี้การแก้ปัญหาเพียงไม่กี่ ปัญหาแต่มีวิธีแก้ที่หลากหลายเป็นสิ่งที่มีความน่าสนใจกว่าการแก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหาแต่ใช้วิธีเดียวกัน เนื่องจากการใช้เพียงวิธีเดียวมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดความล้มเหลวในการแก้ปัญหาของนักเรียน

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่าในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์นั้น เป็นดังนี้

1. ใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ต่อสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. จัดเตรียมสถานการณ์ที่มีการบูรณาการเนื้อหาสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย
3. นำสิ่งแวดล้อมรอบตัวมาเป็นสื่อในการเรียนรู้ เพื่อฝึกการเชื่อมโยงความรู้

ของนักเรียน

4. นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ทักษะกระบวนการกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.5 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ

เคนเนดี และทิปส์ (สมบัติ แสงทองคำสุก. 2545 : 40 – 44 ; อ้างอิงจาก Kennedy and Tipps. 1994 : 194 – 200) กล่าวว่า การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็กรูปธรรม รูปภาพ แผนผัง สัญลักษณ์ และภาษา รูปแบบการแสดงความคิดรวบยอดและความเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ให้รวมกันเป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ พวกเขาจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และโลกแห่งความจริง

การเชื่อมโยงนี้มีความเกี่ยวข้องกันในระหว่างการสอนจะเกิดขึ้นกับนักเรียนตลอดไป ครูไม่จำเป็นต้องพูดว่า “จุดมุ่งหมายของครูในวันนี้เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ของนักเรียนกับความรู้เรื่องจำนวนและกระบวนการนับ” หรือ “บทเรียนนี้จะสอนนักเรียนว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ในโลกแห่งความจริง” การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนจัดการกับเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมและแปลความหมายของการกระทำของพวกเขาในแบบรูป ภาพ แผนผัง ตารางข้อมูล กราฟ และสัญลักษณ์

ลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ มีดังนี้

1. การเชื่อมโยงสหวิทยาการและโลกแห่งความจริง

การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และหลักสูตรในวิชาอื่น เช่น สังคม ศิลปะ โภชนาการและหลักสูตร กิจกรรมในวิชาอื่นๆ ครูสามารถทำการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และหลักสูตรวิชาอื่นๆ กับสังคมขนาดใหญ่ บางทีอาจเป็นกิจกรรมในชั้นเรียนและสามารถทำเป็นโครงการรายบุคคลหรือกลุ่มเล็กๆ หรือบางทีจะทำในช่วงเวลาที่เหมาะสม ในขณะที่วิชาอื่นๆ สามารถทำได้ในทุกๆ วันตามความเหมาะสม

1.1 คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

- การจดและบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันอากาศ
- การส่งมนุษย์ไปยังดวงจันทร์
- การโคจรของดวงจันทร์

1.2 คณิตศาสตร์และสังคมศึกษา

- นาฬิกาและนาฬิกาทราย
- การสร้างพีระมิดในประเทศอียิปต์
- การแบ่งประเภทของอาชีพ มีเครื่องแบบ และไม่มีเครื่องแบบ เช่น

นักวิจัย นักบริหาร นักประดิษฐ์ ทหาร และการเกษตร

- เปรียบเทียบภูมิประเทศ ตำแหน่งที่ราบสูง ที่ราบต่ำ ภูมิประเทศที่สูงที่สุด และที่ลึกที่สุดได้ทะเล

1.3 คณิตศาสตร์และศิลปะ

- การวัดขอบกระดาษรอบจิตรกรรมฝาผนังหรือการตัดกระดาษติดภาพของจิตรกร
- ทำการแบ่งสเกลในการวาดฉากหลังเวทีจากละครในชั้น การวัดและเตรียมกระดาษ จัดฉากหลังเวที
- การวาดภาพทิวทัศน์
- อ่านและทำตามคำแนะนำจากการประดิษฐ์ Origami ของชาวญี่ปุ่น

1.4 คณิตศาสตร์และสุขภาพ

- การวัดความสูงของนักเรียน บันทึกบนตารางและกราฟ
- การหาปริมาณแคลอรีที่รับเข้า การอ่านฉลากจากรายการโภชนาการ เรียนรู้เกี่ยวกับระดับคอเลสเตอรอลเพื่อสุขภาพ

1.5 คณิตศาสตร์และการอ่านและศิลปะทางภาษา

- รูปแบบของคำ หมวดย่อของคำ เช่น บอกคำสัมผัส และไม่สัมผัสในโคลงกลอน การมองคำที่สามารถอ่านกลับไปได้ (อ่านกลับหลังได้)
- จุดเริ่มต้นของการวิจัยในวิชาคณิตศาสตร์ คำที่เดิมข้างหน้าและคำที่เติมต่อท้าย
- อ่านงานวิจัยและงานเขียนทางคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง
- เลขวิทยา (Numerology) และตัวเลขที่งดงาม

1.6 คณิตศาสตร์และการศึกษาทางกายภาพ

- นับจำนวนของไม้เลื้อยที่ขึ้นตามเชือก
- คัดสินว่าโอลิมปิกครั้งใดที่ยิ่งใหญ่
- แบบแผนพื้นที่ในการเล่น
- การจับเวลาการแข่งขัน

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

ในปัจจุบันวิชาคณิตศาสตร์และโลกทุกวันนี้สามารถเชื่อมโยงกันได้หลายวิธี จากหนังสือพิมพ์และวารสารที่ประกอบด้วยบทความทางธุรกิจกับความน่าจะเป็น แนวโน้มทางเศรษฐกิจ ภูมิอากาศ และข้อมูลวิทยาศาสตร์ที่ได้ออกประกาศตามบอร์ดในหัวข้อพิเศษที่สามารถเตรียมบทความและรูปภาพจากสิ่งพิมพ์เหล่านี้ ส่วนในเรื่องการเดินทาง เช่น ทำเทียบเรือ สถานีรถไฟ (การสับรางรถไฟ) และท่าอากาศยาน ล้วนต้องใช้ข้อมูลทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมดูแลสถานที่เพื่ออำนวยความสะดวก ปัญหาเกี่ยวกับระบบนิเวศน์ เช่น การกำจัดขยะหรือมลพิษทางรถยนต์และการแผ่รังสีของโรงงาน สำหรับนักเรียนมีโอกาสนในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องที่สำคัญกับชีวิตประจำวัน ความพร้อมของครู ไม่ก่อให้เกิดปัญหาในการบูรณาการทางคณิตศาสตร์กับหลักสูตรวิชาอื่นๆ และปัญหาในชีวิตจริงบนพื้นฐานชีวิตประจำวัน

3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับที่บ้าน

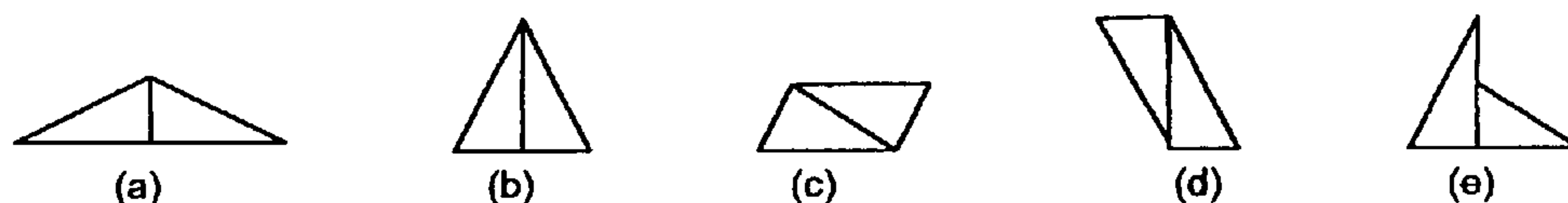
แบบแผนโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ หลังจากทีสมภาครคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมบัติ แสงทองคำสูก. 2545 : 40 – 44 ; อ้างอิงจาก The National Council of Teachers of Mathematics. 1991) ให้คำแนะนำถึงความแตกต่างที่ชัดเจนถึงประเภทของผู้ปกครองทั้งหมดของนักเรียนในการกำหนดประสบการณ์ NCTM รับรู้ถึงผู้ปกครองคนใดที่คาดว่าเป็นนักเรียนจะทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ที่ไต่มาากกว่าการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงในการแก้ปัญหาซึ่งจะดูเป็นเรื่องประหลาด มันเป็นการคัดค้านจากครูที่เคยประสบความสำเร็จ ความช่วยเหลือของผู้ปกครองในการกำหนดรายการใหม่และทำการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ในการประชุมผู้ปกครองเพื่อเตรียมการจัดสิ่งแวดล้อมที่เป็นประโยชน์ที่สามารถชี้แจงและแสดงให้เห็นว่าผู้ปกครองที่เสริมกิจกรรมในชั้นเรียนจะได้เห็นถึงประโยชน์โดยตรง ส่วนกิจกรรมที่บ้านจะถูกเลือกอย่างละเอียดและถูกนำเสนอในวิถีทางที่สร้างความรู้สึกที่ดีกับผู้ปกครองจะทำให้คุ้นเคยกับจุดมุ่งหมายของกำหนดการ

เคนเนดี และทิปส์ (สมบัติ แสงทองคำสูก. 2545 : 40 – 44 ; อ้างอิงจาก Kennedy and Tipps. 1994 : 194 – 200) ได้ยกตัวอย่างกิจกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตัวอย่าง ตัดกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร ตามแนวเส้นทแยงมุมแล้วนำมาต่อกัน ดังรูป

- รูปเรขาคณิตที่นักเรียนสามารถทำได้เป็นรูปอะไร
- รูปใดบ้างที่มีเส้นรอบรูปเท่ากัน

ภาพประกอบ 1 การต่อกันของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ตัดตามแนวเส้นทแยงมุม



ที่มา : สมบัติ แสงทองคำสูก. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 6. หน้า 43.

โดยที่นักเรียนสามารถตอบคำถามได้มากกว่า 1 ข้อ

นักเรียนตอบ

- (a) และ (c) มีเส้นรอบรูปเท่ากัน
- (b) และ (d) มีเส้นรอบรูปเท่ากัน

มันเป็นเรื่องยากมากที่จะบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า (e) มีเส้นรอบรูปเท่ากับ (a) และ (c) (พวกเขาต้องใช้การวัด)

ครูให้นักเรียนพิจารณาให้รอบคอบอีกครั้งหนึ่งโดยให้ใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อแก้ปัญหา นักเรียนตรึงตรองอย่างรอบคอบจึงเกิดความเข้าใจโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปและทำให้นักเรียนทราบว่าจากทฤษฎีบทพีทาโกรัสดังกล่าวเป็นผลมาจาก “ ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก ”

ดังนั้นจากตัวอย่างนี้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และพบว่าเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ถูกตัดมีความยาวเท่ากับ 20 เซนติเมตร

เลียลลี; และ ซูลลิวัน (Lierly; and Sullivan. 1999 : Online) ได้จัดทำบทเรียนซึ่งเป็นการบูรณาการระหว่างเรขาคณิตกับศิลปะ ให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสในการศึกษาหาความรู้ทั้งนี้เพื่อขยายความคิดเรื่องเรขาคณิตที่เรียนมาแล้ว รวมไปถึงประวัติและความหมายของรูปแบบของศิลปะ พร้อมทั้งกำหนดเครื่องมือในการประเมินไว้อย่างชัดเจน

ตัวอย่างกิจกรรมนี้ เช่น

- การสร้างแผนที่
- เทคนิคการวาดภาพ
- เทสเซลเลชัน
- แฟรคทอล
- แทนแกรม
- เทคนิคการพับกระดาษ

ฯลฯ

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. พิจารณาหัวข้อต่อไปนี้ การสร้างแผนที่ เทคนิคการวาดภาพ เทสเซลเลชัน แฟรคทอล แทนแกรม เทคนิคการพับกระดาษ ฯลฯ จากนั้นเลือกหัวข้อที่คุณสนใจ 3 หัวข้อ
2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันแบ่งหน้าที่ที่รับผิดชอบ
3. ศึกษาข้อมูลจากหัวข้อที่คุณสนใจ
4. แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและออกแบบสิ่งที่คุณต้องการสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในงานศิลปะของคุณ ตลอดจนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานนั้น
5. นำจุดมุ่งหมายของการเรียนเรขาคณิตและศิลปะมาพิจารณา เพื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ร่วมกันของเนื้อหาทั้งสอง
6. ศึกษาหลักการออกแบบงานศิลป์ เพื่อช่วยในการสร้างสรรค์งานศิลปะในห้องเรียน
7. ออกแบบแนวทางในการนำเสนอผลงานและอภิปรายแนวคิดที่ได้จากชิ้นงานของกลุ่มโดยสมาชิกแต่ละคนมีส่วนร่วมในการเสนอแนวคิดต่างๆ เหล่านี้

8. เขียนเค้าโครงการวางแผนบทเรียนและเสนอให้กลุ่มพิจารณาร่วมกัน อย่างน้อยที่สุด 2 วันก่อนวันนำเสนอของกลุ่ม

9. แต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกแนวทางในการนำเสนอของตนเอง โดยอาจใช้เทคโนโลยี ที่ทันสมัยมาใช้ในการนำเสนอ เช่น Power Point , Hyperstudio รวมไปถึงตัวอย่างของงานศิลปะ ของกลุ่มที่ต้องนำมาแสดงด้วย

10. แต่ละกลุ่มร่วมกันเตรียมเกณฑ์ในการประเมินผลงานของนักเรียน โดยตั้งไว้ 6 เกณฑ์

11. หลังจากที่แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้ ประเมินผลงานของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยคุณอาจแบ่งทีมของคุณออกเป็น 2 กลุ่ม โดย แต่ละกลุ่มรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายแต่ละเรื่อง

12. จัดสินผลงานของเพื่อนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งอธิบายถึงแนวทางการ ประเมินของกลุ่มคนที่มีต่อผลงานของพวกเขา

13. นำชิ้นงานของคุณเก็บไว้ในแฟ้มสะสมงาน ซึ่งประกอบด้วย

13.1 ประวัติของชิ้นงาน

13.2 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงาน

13.3 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศิลปะ

13.4 การวางแผนการทำงาน

13.5 เกณฑ์การประเมินในชั้นเรียน

การประเมินผล

สมาชิกในกลุ่มได้คะแนนเท่ากัน โดยคะแนนแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เพื่อน 50 %

- เกณฑ์ของนักเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อประเมินเพื่อน

2. ครู 50 %

- เกณฑ์ที่ครูสร้างขึ้นในการประเมิน

- แฟ้มสะสมงาน

โดยหลังจากทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนสามารถตอบคำถามต่อไปนี้ จากนั้น เขียนแสดงความคิดเห็นจากกิจกรรมนี้ลงในกระดาษ

- คุณเรียนรู้สิ่งใด หลังจากโครงการนี้จบลง

(What have you learned about “ teaching” after completing ?)

- คุณคิดว่ามันง่ายหรือยากกว่าที่คุณคิด

(Was it easier or more difficult than you expected ?)

- โครงการนี้ทำให้คุณมีความเข้าใจที่ดีขึ้น ในการเรียนภาคเรียนนี้ใช่หรือไม่

(Did completing this project give you a better understanding of the material we have studied this semester ?)

- หัวข้อใดที่น่าสนใจเป็นพิเศษ

(What topics were especially interesting ?)

- หัวข้อใดที่ต้องสำรวจต่อไป

(What topics would you like to explore further ?)

ซูลทซ์ (Schultz. 1999 : Online) กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวเรา และสิ่งที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน ในชีวิตประจำวันของเราพบว่าคณิตศาสตร์เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิต ตั้งแต่ทักษะทางคณิตศาสตร์แบบไม่ซับซ้อนจนถึงทิศทางที่ซับซ้อนมากขึ้น การค้าขายอาคารบ้านเรือนเป็นตัวอย่างหนึ่งซึ่งนำคณิตศาสตร์ไปใช้ เช่น การวางแผนราคาการก่อสร้างโดยประมาณ

ความคิดรวบยอดในการบูรณาการคณิตศาสตร์เป็นหน้าที่หนึ่งของโรงเรียนที่ต้องจัดการสอนคณิตศาสตร์ให้สัมพันธ์โดยตรงกับการประกอบอาชีพ เพราะนักเรียนไม่ควรเรียนรู้เฉพาะทักษะในการประกอบอาชีพ แต่พวกเขาต้องเรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับอาชีพที่พวกเขาเลือก

ตัวอย่างการประกอบอาชีพและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

➤ รถยนต์เกียร์อัตโนมัติ

- คณิตศาสตร์สัมพันธ์กับการไหลของน้ำมันในคาร์บูเรเตอร์ / ระบบการฉีด

เชื้อเพลิง

- กฎของโอห์มและระบบไฟฟ้าในรถยนต์

➤ การขายอาคารบ้านเรือน

- การคำนวณราคาค่าแรงและวัสดุ เมื่อต้องการคำนวณค่าประมาณทั้งหมด
- รูปทรงที่ใช้ในการคำนวณมุมและพื้นที่

➤ การซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด เสียหาย

- การประมาณค่าซ่อม
- การคำนวณราคาโดยเฉลี่ย

2.6 คุณประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

โรงเรียนในเมืองวาชูเซทท์ (Wachusett Regional School District. 1995 : Online) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี สังคมศึกษา สุขภาพ และพลศึกษา พวกเขาเรียนรู้ว่าคณิตศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งของการเรียนรู้เรื่องราวในโลก โดยมีการเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในวิชาอื่น นอกจากนี้การเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนสนใจในสิ่งที่พวกเขาารู้สึกไม่ชอบ เช่น นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีแต่พวกเขาไม่ชอบการวาดภาพ อาจได้รับการกระตุ้นและช่วยทำให้เกิดความสนใจในศิลปะ จากการเรียนเทสเซลเลชันในห้องเรียนคณิตศาสตร์ หรือนักเรียนที่ชอบกิจกรรมบางอย่างเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ แต่ไม่ชอบทำคณิตศาสตร์ อาจได้เปรียบใน

การเรียนคณิตศาสตร์แนวใหม่นี้ เพราะพวกเขาสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติครอบครัวได้

บรูคลิน (Brooklyn. 1997 : Online) กล่าวว่าแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะค่อยๆ ซึมซาบเข้าไปในแนวคิดของนักเรียน ช่วยผลักดันให้นักเรียนเอาใจใส่และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะเชื่อมโยงมากขึ้น สร้างความตระหนักและเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงว่าทุกสิ่งสามารถเชื่อมโยงกันได้ ตัวอย่างเช่น

- ลอการิทึม เป็นการเชื่อมโยงความรู้เรื่องผลรวมของผลคูณ
- เรขาคณิตพื้นฐาน เป็นการเชื่อมโยงเรื่องขนาดของความยาวและมุม
- การแปลง เป็นการเชื่อมโยงความรู้เรื่องแบบรูปทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นการ

ถ่ายโยงข้อมูลจากแบบรูปที่ง่ายไปยังแบบรูปที่ซับซ้อน

บลาสคอฟและ ชาซัน (Blaskopf; and Chazan. 2001 : 625) กล่าวว่าตัวอย่างของการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นจริง มีความหมายและมีประโยชน์สำหรับทุกคน การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์มากขึ้น

กรมวิชาการ (2544 : 200) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยง ดังนี้ มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในชว่บั้นปลายของชีวิต

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าคุณประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาภายในคณิตศาสตร์และเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น สร้างความตระหนักและเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงว่าทุกสิ่งสามารถเชื่อมโยงกันได้และทำให้การเรียนน่าสนใจมากขึ้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

บาร์เรทท์ (Barrett. 1998 : Online) ได้ทำการศึกษาการนำเสนอ การเชื่อมโยง และการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งเป็นการเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนในลักษณะสองมิติ โดยใช้คำถาม 3 ข้อ คือ นักเรียนพัฒนาความเป็นนามธรรมไปสู่กระบวนการสร้างความเข้าใจในการเปลี่ยนความยาวได้อย่างไร นักเรียนร่วมนำเสนอรูปร่างของความยาวโดยใช้การนำเสนอเกี่ยวกับความคิดรวบยอดอย่างไร นักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ซับซ้อนขึ้นระหว่างจำนวนและระยะทางหลังจากฝึกทำชิ้นงานเกี่ยวกับความยาวใช่หรือไม่ และเพื่อตอบคำถามเหล่านี้ได้ศึกษานักเรียนเป็นรายกรณี

ในที่สุดนักเรียนสามารถแสดงให้เห็นถึงการนำเสนอจากการมองและการสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความยาวได้

ผลการศึกษาแนะนำการวิจัยเป็นผลมาจากความสนใจการแบ่งวัตถุในแนวเส้นตรงของนักเรียนและจากการสอบซึ่งนักเรียนวัดความยาวโดยใช้วิธีการทางเรขาคณิตที่ซับซ้อนมากขึ้น การสอนสามารถปรับปรุงโดยให้นักเรียนสร้างไดอะแกรมของสถานการณ์ซึ่งพวกเขาวัดความยาวโดยมีการเตรียมการอภิปรายถึงกระบวนการวัดความยาวทุกมุมอย่างชัดเจน และช่วยให้นักเรียนสนใจลักษณะเฉพาะของวัตถุมากขึ้นโดยใช้กิจกรรมเกี่ยวกับการวัด

เบอร์เคต (Burkett. 1998 : Online) ได้ทำการศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนที่เป็นตาราง สัญลักษณ์ และกราฟในการเรียนเรื่องฟังก์ชัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 10 คน ที่เรียนพีชคณิตระดับมหาวิทยาลัยในเพนซิลวาเนีย กลุ่มตัวอย่างทำงานที่ได้รับมอบหมาย 9 อย่าง ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบเพื่อศึกษาในเรื่องการเชื่อมโยงตัวแทนที่หลากหลายแบบ โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ ประเภทที่ 1 เป็นงานเกี่ยวกับความชันของเส้นตรง ประเภทที่ 2 เป็นงานเกี่ยวกับการแปลงของสมการกำลังสอง และประเภทที่ 3 เป็นงานเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยประเภทที่ 1 เน้นที่การเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นสัญลักษณ์กับกราฟ งานประเภทที่ 2 เน้นที่การเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นตารางกับสัญลักษณ์ และงานประเภทที่ 3 เน้นที่การเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นตารางและกราฟ ผลการศึกษพบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นตาราง สัญลักษณ์ และกราฟได้เป็นอย่างดี ในขณะที่นักเรียนแปลความหมายของตารางไปสู่ตัวแทนในแบบอื่นๆ นักเรียนมักจะแนะนำให้ใช้ตัวแทนในลักษณะที่ 3 และนักเรียนสามารถปรับปรุงการใช้ตัวแทนที่ผิดพลาดได้

เอลเบอส์ (Elbers. 1999 : Online) ได้ทำการศึกษาการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปแบบและไม่เป็นรูปแบบ (การเขียนให้อยู่ในรูปแบบใหม่) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการสร้างความแตกต่างระหว่างคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นรูปแบบและเป็นรูปแบบ ขยายภาษาคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปแบบโดยใช้สัญลักษณ์และบทนิยามที่เป็นพื้นฐานในการเขียนให้อยู่ในรูปแบบใหม่ การคำนวณโดยทั่วไปถูกอธิบายอย่างละเอียดโดยใช้บทนิยามและมีกระบวนการคิดโดยใช้ขั้นตอนการให้เหตุผลข้อเท็จจริงในการให้เหตุผลสามารถนำเสนอโดยใช้บทนิยาม ซึ่งทำให้เกิดความเป็นไปได้ในการพิสูจน์ที่เป็นรูปแบบอย่างถูกต้องของลำดับที่ต่อเนื่อง นอกจากนี้สมบัติต่างๆ ช่วยสร้างภาษาที่เป็นรูปแบบขึ้นเหมาะสำหรับการพิสูจน์สูตรทางคณิตศาสตร์อย่างอัตโนมัติ และในที่สุดเราจะสามารถอภิปรายถึงวิธีการแรกเริ่มของการพิสูจน์ข้อเท็จจริงและสร้างรูปแบบใหม่โดยใช้บทนิยามได้

งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545 : บทคัดย่อ) การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษพบว่า รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการ

สอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ พบว่าทักษะการเชื่อมโยงเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนอย่างมาก ทั้งนี้เพราะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้ผู้เรียนมองเห็นความต่อเนื่องของแต่ละศาสตร์และทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งต่างๆ ร่วมกันได้เป็นอย่างดี

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักวิชาการให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544 : 23) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น จะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่างๆ เช่น สูง กลาง และต่ำ เป็นต้น

อัญชนา โพธิพลากร (2545 : 93) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain)

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย

3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักวิชาการกล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

วิมล พงษ์पालิต (2541 : 49) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นประกอบด้วย คุณลักษณะของตัวผู้เรียน ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด รวมทั้งลักษณะนิสัยทางจิตพิสัยของนักเรียน คุณภาพการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งคุณลักษณะของตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด รองลงมาคือคุณภาพการสอนของครูและปัจจัยอื่นๆ ตามลำดับ

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544 : 25) กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายอย่าง ดังต่อไปนี้ คือ

1. ด้านคุณลักษณะการจัดระบบในโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้จะประกอบด้วยขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2. ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครูประกอบด้วยอายุ วุฒิ ครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ ความเอาใจใส่ในหน้าที่ ทักษะติดกับนักเรียน ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสิ้น

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียน เช่น เพศ อายุ สถิติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์การเรียน ระยะเวลาไปเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทักษะติดเกี่ยวกับการเรียนการสอน ฐานะทางครอบครัว การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ตัวแปรเหล่านี้ก็มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจ สังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ ผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อัญชนา โพธิพลากร (2545 : 95) กล่าวว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ด้านตัวนักเรียน เช่น สถิติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การจัดระบบ การบริหารของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็คือการสอนของครูนั่นเอง

จากการศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าปัจจัยและองค์ประกอบในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีหลายองค์ประกอบ ได้แก่ ด้านนักเรียน ด้านครู ด้านระบบของโรงเรียน และด้านเศรษฐกิจและสังคม

3.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษา ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

สมควร ปานโม (2545 : 37) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน นักศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางครอบครัวและวุฒิภาวะ จากสาเหตุดังกล่าวจึงต้องเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องจัดหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

อัญชนา โพธิ์พลากร (2545 : 96) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน ก็คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการสร้างเจตคติ ความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะจัดหาวิธีสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่าเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ วุฒิภาวะของนักเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้นับเป็นสิ่งสำคัญที่ครูจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไขเพื่อให้สาเหตุของปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์หมดไป โดยในขั้นแรกครูควรจัดหาวิธีสอนและเทคนิคการสอนที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนเพื่อเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีและพร้อมที่จะเรียนรู้ต่อไป

3.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 119) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรจัดให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ / กระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของผู้เรียนเป็นหลัก จุดประสงค์หลักของการวัดและประเมินผลไม่ใช่อยู่ที่การวัดผลเพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการวัดและประเมินผลเพื่อนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มตามศักยภาพ

คุณภาพของผู้เรียนที่ต้องประเมิน

ในการวัดและประเมินผลของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กำหนดให้ทำการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีมีตัวชี้วัดในการวัดและประเมินผลที่ต้องนำมาพิจารณา ดังนี้

1. ด้านความรู้

ในการวัดและประเมินผลด้านความรู้ต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ 5 สาระ ดังนี้

- 1.1 จำนวนและการดำเนินการ
- 1.2 การวัด
- 1.3 เรขาคณิต
- 1.4 พีชคณิต
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

2. ด้านทักษะ / กระบวนการ

ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะ / กระบวนการ เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนครอบคลุมประเด็นที่ต้องประเมิน ดังนี้

- 2.1 การแก้ปัญหา
- 2.2 การให้เหตุผล
- 2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ
- 2.4 การเชื่อมโยง
- 2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัดและประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ครอบคลุมประเด็นที่ต้องประเมิน ดังนี้

- 3.1 ทำงานอย่างเป็นระบบ
- 3.2 มีระเบียบวินัย
- 3.3 มีความรอบคอบ
- 3.4 มีความรับผิดชอบ
- 3.5 มีวิจาร์ณญาณ
- 3.6 มีความเชื่อมั่นในตนเอง
- 3.7 ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่าในปัจจุบันนี้การศึกษามีความก้าวหน้าไปมาก มีการปฏิรูปการศึกษาและประกันคุณภาพการศึกษา เพื่อให้การจัดการศึกษานั้นส่งเสริมให้บุคคลมีการพัฒนาเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ดังนั้นในปัจจุบันจึงควรมีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลายและครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ / กระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนดี เก่ง และมีความสุขได้อย่างแท้จริง

3.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ต่างๆ กัน ดังนี้ สมนึก ภัททิยธนี (2541 : 73 - 98) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบดังนี้

1. ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay Test)
2. ข้อสอบกาถูก – ผิด (True – False Test)
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test)

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test)
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ (2538 : 171 – 172) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปรกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ก็ได้ จะใช้อัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่างๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไรและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน คือจะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัด จะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผล ซึ่งบลูม (Bloom) ได้เขียนรวมไว้ในหนังสือ Taxonomy of Educational Objectives สรุปได้ว่าการวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรม ดังนี้

1. วัดด้านความรู้ - ความจำ (Knowledge)
2. วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)
3. วัดด้านการนำไปใช้ (Application)
4. วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)
5. วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)
6. วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

สรุปว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test)

3.5.1 ลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ (2539 : 86) กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์วัดความสามารถในการบรรยาย อธิบาย และแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจจำกัดความยาวหรือให้เขียนตอบได้ตามสบายก็ได้

สมนึก ภัททิยชนี (2541 : 73) กล่าวว่า ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของตนเอง

พรรณี เจียมสุบุตร (2543 : 25) กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือเรื่องราวให้ โดยให้ผู้ตอบอธิบาย หรือบรรยายแสดงความคิดเห็น หรือวิพากษ์วิจารณ์อย่างอิสระภายในเวลาที่กำหนดให้

สรุปได้ว่าแบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาให้ผู้ตอบหาคำตอบโดยการอธิบายหรือบรรยายแสดงความคิดเห็น โดยอาจจำกัดคำตอบหรือไม่ก็ได้

3.5.2 หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย

กรอนลันด์ (Gronlund. 1990 : 217 – 222) กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย มีคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ใช้แบบทดสอบอัตนัยวัดผลที่ได้จากการเรียนรู้เฉพาะในส่วนที่แบบทดสอบปรนัยใช้ไม่ได้
2. เขียนคำถามให้สอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมในผลที่ได้จากการเรียนรู้
3. คำถามแต่ละข้อต้องชัดเจนในการบ่งชี้ถึงสิ่งที่นักเรียนจะต้องตอบ
4. ควรระบุเวลาโดยประมาณที่จะใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อ
5. ไม่ควรให้นักเรียนเลือกตอบข้อสอบเป็นบางข้อ

สมนึก ภัททิยชนี (2541 : 73 – 74) กล่าวว่า แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง มีหลักในการสร้าง ดังนี้

1. เขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน ระบุจำนวนข้อคำถาม เวลาที่ใช้สอบและคะแนนเต็มของแต่ละข้อ
2. เนื่องจากข้อสอบแบบนี้มีเฉพาะคำถาม และแต่ละข้อมักจะทำให้คะแนนมาก ดังนั้นควรเขียนคำถามให้ชัดเจน เพื่อไม่ให้ไขว้เขวในการตอบ
3. ไม่ควรตั้งคำถามเฉพาะประเภทความรู้ความจำ หรือถามปัญหาที่มีคำตอบในหนังสือ แต่พยายามประเภทสูงกว่าความรู้ความจำ คือถามให้ใช้ความคิด ซึ่งมักจะขึ้นต้นด้วยคำ

ว่าจงอธิบาย จงอภิปราย จงเปรียบเทียบ จงบรรยาย จงวิเคราะห์ ให้ประมาณค่า ให้บอกความสัมพันธ์ ให้วิจารณ์ วิเคราะห์ เป็นต้น

4. กำหนดเวลาให้ตอบนานพอสมควร เพราะผู้ตอบต้องใช้เวลาในการรวบรวมความคิด จัดระบบความคิด และเขียนคำตอบด้วยถ้อยคำของตนเอง หากกำหนดเวลาน้อยไม่สามารถใช้พลังความคิดได้เต็มความสามารถ

5. เลือกถามเฉพาะจุดที่สำคัญของเรื่อง เพราะไม่สามารถถามได้ทุก ๆ เนื้อหาที่เรียน

6. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เช่น 7 ข้อ ให้เลือกทำ 6 ข้อ หรือ 4 ข้อ ให้เลือกทำ 3 ข้อ เหตุผลมีดังนี้

6.1 ไม่สามารถวัดเรื่องที่สำคัญได้ทุกเรื่อง

6.2 คำถามแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน จะมีปัญหาในการจัดตำแหน่งผู้เข้าสอบว่าใครจะเก่งกว่ากัน โดยเฉพาะการประเมินผลแบบอิงกลุ่ม

6.3 ไม่ยุติธรรมกับผู้ที่สามารถตอบได้ทุกข้อ ซึ่งมีโอกาสได้คะแนนเท่ากับผู้ที่ตอบได้เพียงบางข้อ

7. การตรวจให้คะแนน ควรปฏิบัติดังนี้

7.1 เขียนแนวคำตอบไว้ก่อน และระบุคะแนนว่าประเด็นใด ตอนใด ควรได้กี่คะแนน

7.2 ตรวจเฉพาะข้อเดียวจนครบทุกคน แล้วตรวจข้อต่อไป

7.3 ไม่ควรดูชื่อผู้สอบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติในการให้คะแนน

พรณี เจียมสุขบุตร (2543 : 25) กล่าวถึง หลักสำคัญในการสร้างข้อคำถามแบบอัตนัย คือ

1. ต้องดูจุดประสงค์ของการสอบก่อน แล้วจึงเขียนข้อคำถาม เพื่อถามให้ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2. ควรใช้คำถามที่มีความกระชับ ด้วยหลักการถามและหลักภาษา

3. คำถามหนึ่ง ๆ ควรเป็นเรื่องเดียว เพื่อให้ผู้ตอบตอบได้ตรงเป้าหมายที่ผู้ถามต้องการ

4. คำถามควรคำนึงถึงเวลาให้ผู้ตอบทำการตอบ

5. คำถามทุกคำถาม ผู้สอบควรทำเฉลยไว้ และวางแผนการให้คะแนนแต่ละส่วนว่าเป็นเท่าไร เพื่อใช้เปรียบเทียบ นอกจากนั้นจะต้องพิจารณาคำตอบที่มีโอกาสเป็นไปได้ที่ไม่จำเป็นจะต้องตรงกับเฉลยทุกตัว แต่ก็จะสามารถให้คะแนนได้ด้วย

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2544 : 104 – 106) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบอัตนัย มีหลักการสร้าง ดังนี้

1. เขียนคำสั่งหรือคำชี้แจงให้ชัดเจนว่าแบบทดสอบนั้นต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร มีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างไร
2. ควรถามเฉพาะเรื่องที่สำคัญๆ และเป็นเรื่องที่แบบทดสอบปรนัยอื่นๆ วัดได้ไม่ดีเท่า เช่น ถามเกี่ยวกับการนำไปใช้ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การแสดงความคิดเห็น การวิพากษ์วิจารณ์
3. ควรระบุให้ชัดเจนว่าแบบทดสอบนั้นเป็นแบบจำกัดคำตอบหรือไม่ เพื่อให้ผู้ตอบจะได้วางแผนการตอบได้ถูกต้อง
4. ควรกำหนดขอบเขตของคำถาม เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจจุดมุ่งหมายในการวัด และสามารถตอบได้ตรงประเด็นการวัด
5. เขียนคำถามโดยพิจารณาระดับความยากง่ายและจำนวนข้อให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด เพื่อให้ผู้ตอบสามารถที่จะตอบได้ครบทุกข้อ
6. ควรกำหนดคะแนนและหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนของแต่ละข้อไว้ด้วย
7. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบกันเนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากันและวัดเนื้อหาแตกต่างกัน
8. ไม่ควรถามเรื่องที่คุณเรียนเคยทำหรือเคยอภิปรายมาก่อน เพราะจะเป็นการวัดความจำ ควรถามในเรื่องที่คุณเรียนต้องพยายามหากฎเกณฑ์หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
9. ถ้าเป็นคำถามที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ยังหาข้อยุติไม่ได้ควรมุ่งทดสอบความสามารถในการหาหลักฐานมายืนยันมากกว่าทดสอบอย่างอื่น ไม่ควรจะเน้นว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ ควรจะทดสอบการหาเหตุผลมาอธิบายหรือการสนับสนุนมากกว่า
10. พยายามใช้คำถามหลายๆ แบบ หลีกเลียงคำถามประเภทวัดความรู้ ความจำ เช่น ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร ควรใช้คำถามที่วัดสมรรถภาพขั้นสูง เช่น ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อภิปราย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง วิเคราะห์ เหตุผล วิพากษ์วิจารณ์ และการประเมินผล เป็นต้น
11. เขียนคำถามให้ชัดเจนและมีลักษณะเฉพาะเจาะจงว่าต้องการให้ตอบอย่างไร หรือในแง่มุมใด
12. พยายามเขียนข้อสอบให้มีจำนวนมากข้อ โดยจำกัดให้ตอบสั้นๆ เพื่อจะได้วัดให้ครอบคลุมเนื้อหาซึ่งจะทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น
13. เมื่อเขียนคำถามแล้ว ควรเขียนคำตอบด้วย เพื่อเป็นการตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ถ้าไม่ชัดเจนจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง
14. ถ้าแบบทดสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายากเพื่อกระตุ้นใจหรือยั่วให้ผู้ตอบอยากตอบมากขึ้น
15. ควรใช้แนวคำถามในลักษณะต่อไปนี้

- 15.1 ให้นิยามหรืออธิบายความหมาย
- 15.2 ให้จัดลำดับเรื่องราว หรือลำดับเหตุการณ์
- 15.3 ให้จัดหรือแยกประเภทสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ
- 15.4 ให้เขียนอธิบาย บรรยาย หรือพรรณนาสิ่งของ เหตุการณ์ หรือกระบวนการต่างๆ
- 15.5 ให้เปรียบเทียบสิ่งของหรือเหตุการณ์โดยทั่วๆ ไป หรือในแง่ใดแง่หนึ่ง
- 15.6 ให้ระบุความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของสิ่งของหรือเหตุการณ์
- 15.7 ให้บอกสาเหตุหรือคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น
- 15.8 ให้ออกแบบเขียนเค้าโครงหรือวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ
- 15.9 ให้อธิบายเหตุผลย่อๆ ในการสนับสนุน หรือคัดค้าน
- 15.10 ให้วิเคราะห์เรื่องราวหรือวิเคราะห์ความสัมพันธ์
- 15.11 ให้สรุปความหรือย่อเรื่องของเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่างๆ
- 15.12 ให้ชี้แจงหลักการหรือจุดประสงค์
- 15.13 ให้อภิปรายแสดงความคิดเห็น วิพากษ์ วิचारณอย่างกว้างขวาง
- 15.14 ให้นำกฎเกณฑ์หรือหลักการไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ
- 15.15 ให้จัดระเบียบข้อเท็จจริงใหม่หรือหาวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหา

หรือพัฒนางาน

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบอัตนัยมีหลักในการสร้าง ดังนี้

1. เขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบ ระบุจำนวนข้อคำถาม เวลาที่ใช้สอบและคะแนนเต็มของแต่ละข้อให้ชัดเจน
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วเขียนแบบทดสอบอัตนัยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ควรใช้คำถามที่มีความชัดเจนด้วยหลักการถามและหลักภาษา
4. พยายามใช้คำถามหลายๆ แบบ หลีกเลี่ยงคำถามประเภทวัดความรู้ ความจำ
5. ควรกำหนดคะแนนและหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนของแต่ละข้อไว้ด้วย

3.5.3 การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

กรอนลันด์ (Gronlund. 1990 : 222 - 226) ได้ให้คำแนะนำในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ดังนี้

1. เตรียมเฉลยคำตอบไว้ล่วงหน้า แบ่งการให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อเป็นตอนๆ แต่ละตอนเขียนคะแนนกำกับไว้ด้วย
2. เลือกแนวทางในการตรวจให้คะแนนอย่างเหมาะสม โดยการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีแยกประเด็น (point method) และ

วิธีการจัดระดับ (rating method) ซึ่งวิธีแยกประเด็นใช้สำหรับคำถามแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response) โดยมีการเตรียมกำหนดจำนวนประเด็นที่จะให้คะแนนในแต่ละคำตอบไว้ และวิธีการจัดระดับใช้สำหรับคำถามแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended response) โดยต้องตรวจให้คะแนนแต่ละคำตอบด้วยการพิจารณาคุณภาพเป็น 5 ระดับ

3. พยายามอย่าให้สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับผลที่เกิดจากการเรียนรู้ที่เราต้องการวัด เข้ามามีอิทธิพลต่อการตรวจให้คะแนน ซึ่งได้แก่ ลายมือเขียน การสะกดคำ โครงสร้างประโยค การเว้นวรรคตอน ความสะอาดเรียบร้อย

4. ควรตรวจให้คะแนนไปที่ละข้อจนหมดทุกคน แล้วจึงตรวจข้อใหม่ต่อไป

5. ตรวจคำตอบโดยไม่ต้องดูชื่อนักเรียน

6. ถ้าต้องมีการตัดสินใจในกรณีที่สำคัญๆ เป็นพิเศษ เช่น ใช้ผลการสอบ เพื่อให้รางวัล ให้ทุน หรือให้การอบรมพิเศษ กรณีเช่นนี้ควรใช้ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปในการตรวจให้คะแนนแล้วนำผลมาเปรียบเทียบกันหรือหาค่าเฉลี่ย

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542 : 114) กล่าวว่า การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ อัตนัย มีดังนี้

1. มีกฎเกณฑ์การตรวจให้คะแนนอย่างแน่นอน ชัดเจน ระบุคะแนนในแต่ละข้อและแต่ละส่วนของข้อหนึ่งๆ ไว้ให้ชัดเจน และให้เป็นเกณฑ์เดียวกัน โดยเฉพาะถ้ามีผู้สอนหลายคน ผู้ตรวจหลายคน ควรจะวางกฎเกณฑ์ แบ่งคะแนนไว้อย่างละเอียด เพื่อความยุติธรรมในการตัดสิน

2. ตรวจให้คะแนนทีละข้อของทุกคน แล้วจึงตรวจข้อใหม่

3. ตรวจวิธีทำที่แสดงในขั้นตอนมากกว่าตรวจคำตอบ

4. ให้ความสำคัญปรนัยในการตรวจข้อสอบ ตัดอคติและปัจจัยอื่นที่ก่อให้เกิดความไม่ยุติธรรมออกไป

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2544 : 107 – 108) กล่าวว่า การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ อัตนัย มีวิธีการ ดังนี้

1. จะต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนไว้ก่อน โดยแยกเป็นข้อๆ หรือแต่ละประเด็นให้ชัดเจน

2. ควรตรวจให้คะแนนทีละข้อจนครบหมดทุกข้อแล้วจึงตรวจข้อใหม่ เพื่อจะได้เปรียบเทียบระหว่างคำตอบของแต่ละคน

3. ถ้ามีใครตรวจหลายคน อาจแบ่งกันตรวจคนละข้อหรือตรวจคนละกลุ่ม แต่จะต้องปรึกษากันหรือเกี่ยวกับแนวทางและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน ถ้าเป็นการสอบที่สำคัญมากๆ อาจตรวจกันหลายคนแล้วใช้คะแนนเฉลี่ยแทน

4. ต้องตรวจให้คะแนนด้วยความรอบคอบ มีความเที่ยงธรรมปราศจากอคติ หรือความลำเอียง

5. ถ้าไม่ใช้การวัดทักษะในการเขียนหรือไวยากรณ์ ก็ต้องไม่นำเรื่องทักษะการเขียนหรือไวยากรณ์ไปมีส่วนในการพิจารณาให้คะแนน

6. เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ควรใช้เกณฑ์ด้านเนื้อหา (content criteria) เกณฑ์ด้านการจัดลำดับความคิด – การเรียงเรื่อง (organization criteria) และเกณฑ์ด้านกระบวนการทางสมอง (process criteria) นอกจากนี้ต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้ด้วย

6.1 ความถูกต้องตรงประเด็นที่ถาม

6.2 ความสมบูรณ์ครบถ้วนของประเด็นที่ถาม

6.3 ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่าการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เป็นดังนี้

1. เตรียมเฉลยคำตอบไว้ล่วงหน้า เขียนคะแนนกำกับไว้ พร้อมทั้งเขียนเกณฑ์การประเมินไว้ด้วย

2. ตรวจให้คะแนนด้วยความรอบคอบ มีความเที่ยงธรรมปราศจากอคติหรือความลำเอียง

3. ตรวจให้คะแนนทีละข้อจนครบหมดทุกข้อ แล้วจึงตรวจข้อใหม่เพื่อจะได้เปรียบเทียบระหว่างคำตอบของแต่ละคน

4. ถ้ามีคนตรวจหลายคน อาจแบ่งกันตรวจคนละข้อหรือตรวจคนละกลุ่ม แต่จะต้องปรึกษากันหรือเกี่ยวกับแนวทางและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน ถ้าเป็นการสอบที่สำคัญมากๆ อาจตรวจกันหลายคนแล้วใช้คะแนนเฉลี่ยแทน

3.5.4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

กรมวิชาการ (2539 : 55 – 59) กล่าวว่ารูปрик คือแนวทางการให้คะแนน (Scoring Guide) ซึ่งจะต้องกำหนดมาตรวัด (Scale) และรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละจุดในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน การให้คะแนนรูปริกมี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic Score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นขั้นๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0 – 4 หรือ 0 – 6 สำหรับในขั้นต้นการให้คะแนนรูปริกอาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของคนที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อยหรือยอมรับไม่ได้และเขียนอธิบาย

ลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

งานกองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

งานกองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

งานกองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

สำหรับงานที่แสดงว่าไม่ได้ใช้ความพยายามเลย ให้คะแนนเป็น 0

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด แล้วหักจากระดับคะแนนสูงสุดมาที่ระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูกต้องแสดงผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน

3 หมายถึง คำตอบถูกต้อง ผลถูกต้อง อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ

1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ

0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง

วิธีที่ 3 กำหนดระดับและคำอธิบาย เช่น รูปรีของความสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระเขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง มั่นยำในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจไม่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง แสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดน้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องในบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในปัญหาที่ถามกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดีมีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีกระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

พรรณิ เจียมสุบุตร (2543 : 31) กล่าวถึง เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบ่งออกเป็น

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) เป็นวิธีการตรวจที่เหมาะสมกับการตรวจประเภทจำกัดคำตอบในสถานการณ์การประเมินผลการเรียนการสอนที่มีผู้สอบไม่มากนัก การตรวจแบบนี้ผู้ตรวจต้องมีแนวคำตอบไว้ล่วงหน้า ซึ่งได้แยกเป็นประเด็นย่อยๆ ตามองค์ประกอบของการตอบ ตามความสำคัญหรือตามประเด็นที่ถาม เช่น การจัดเรียงความคิด การยกตัวอย่าง การตอบได้ตรงประเด็น เป็นต้น โดยกำหนดคะแนนของแต่ละประเด็นย่อยๆ ไว้เป็นเกณฑ์ ตรวจเทียบกับคำตอบของผู้ตอบแต่ละตอนย่อยๆ จากนั้นจึงเอาคะแนนของแต่ละตอนย่อยๆ มารวมกันเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ จุดอ่อนของการตรวจแบบวิเคราะห์ คือ เสียเวลาตรวจมาก เพราะต้องตรวจทีละประเด็นและการแยกประเด็นย่อยๆ อาจวัดคุณลักษณะที่ไม่ตรงหรือไม่ลึกซึ้งในด้านจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนที่ต้องการได้

2. วิธีรวม (Holistic Method) เป็นวิธีตรวจให้คะแนนรวมๆ ทั้งข้อ การให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของประเด็นหลัก สามารถตรวจได้อย่างรวดเร็ว การตรวจแบบนี้ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบทุกฉบับอย่างรวดเร็วในขั้นต้น แล้วแยกกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มๆ ตามระดับคุณภาพของการตอบ เช่น แยกเป็นคุณภาพ 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง ไม่ดี หรือแยกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดีค่อนข้างดี พอใช้ อ่อน เมื่อจัดเรียงคำตอบเป็นกลุ่มเสร็จแล้วให้อ่านอย่างละเอียดทีละกลุ่มคุณภาพเพื่อให้คะแนนตามลำดับคุณภาพอีกทีหนึ่ง ในการจัดแยกกลุ่มกระดาษคำตอบอาจเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างกันเองภายในกลุ่ม หรืออาจมีคำตอบตัวแบบ หรือกำหนดเกณฑ์ในการเปรียบเทียบคุณภาพคำตอบก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 135 , 139 - 141) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณภาพของผู้เรียนในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนผลการเรียนรู้โดยการสอบ

สำหรับแบบทดสอบที่เป็นแบบอัตนัยหรือแบบความเรียงสามารถกำหนดตัวบ่งชี้

และเกณฑ์ในการให้คะแนนมากกว่าสองระดับ เช่น อาจกำหนดคะแนนเต็มเป็น 4 คะแนน แล้วพิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนลดหลั่นลงมาสำหรับนักเรียนที่แสดงผลการเรียนรู้ยังไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัยที่พิจารณาจากการแสดงวิธีการในการหาคำตอบ และความถูกต้องของคำตอบ

ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัยที่พิจารณาจากการแสดงวิธีการในการหาคำตอบ และความถูกต้องของคำตอบ

คะแนน / ความหมาย	ผลการทำข้อสอบที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
3 ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
2 พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ
1 ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง
0 ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 121.

2. ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินชิ้นงานแบบองค์รวม

ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินชิ้นงานแบบองค์รวม

คะแนน / ความหมาย	ผลการทำงานที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	● คิดคำนวณหรือเสนอรูปแบบวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ● แสดงวิธีการหรือการหาเหตุผล สนับสนุนการหาคำตอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ● มองเห็นการเชื่อมโยงหรือการขยายผลไปสู่หลักการของปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ ● มีองค์ประกอบของชิ้นงานครบถ้วน 3 รายการ (รูปแบบรายงาน ความถูกต้อง ชัดเจนในการเขียนหรือพิมพ์ การจัดรูปเล่ม)
3 ดี	● คำนวณหรือวิธีการหาคำตอบถูกต้อง ● แสดงวิธีการหรือการหาเหตุผล สนับสนุนการหาคำตอบได้บางส่วน ● เชื่อมโยงไปสู่หลักการของปัญหาได้บางส่วน ● มีองค์ประกอบของชิ้นงานไม่น้อยกว่า 2 รายการ
2 พอใช้	● การคำนวณมีข้อผิดพลาดบางส่วน ● แสดงเหตุผล สนับสนุนการหาคำตอบเล็กน้อย ● แสดงการเชื่อมโยงหลักการการแก้ปัญหาได้เล็กน้อย ● มีองค์ประกอบของชิ้นงานไม่น้อยกว่า 2 รายการ
1 ควรแก้ไข	● ไม่มีชิ้นงาน

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้
กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน. หน้า 141

3. ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยก

องค์ประกอบ

**ตาราง 4 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยก
องค์ประกอบ (คุณลักษณะ มีความรับผิดชอบ)**

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลาตามนัด - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบ แก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงาน โดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ดักเตือนหรือให้กำลังใจ

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้
กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 139

**ตาราง 5 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยก
องค์ประกอบ (คุณลักษณะ มีระเบียบวินัย)**

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	- สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	- สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการ แนะนำ

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้
กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 140

ตาราง 6 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (คุณลักษณะ ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ดัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2 ดี	- มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอนและผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข - ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 140

สรุปได้ว่าเกณฑ์การประเมินหรือแนวทางการให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic Score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร สามารถตรวจได้อย่างรวดเร็ว การตรวจแบบนี้ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบทุกฉบับอย่างรวดเร็วในขั้นต้น แล้วแยกกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มๆ ตามระดับคุณภาพของการตอบ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0 – 4 หรือ 0 – 6

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score หรือ Point Method) เป็นวิธีการตรวจที่เหมาะสมกับการตรวจประเภทจำกัดคำตอบ ในสถานการณ์การประเมินผลการเรียนการสอนที่มีผู้สอบไม่มากนักเพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน โดยกำหนดคะแนนของแต่ละประเด็นย่อยๆ ไว้เป็นเกณฑ์ ตรวจเทียบกับคำตอบของผู้ตอบแต่ละตอนย่อยๆ จากนั้นจึงเอาคะแนนของแต่ละตอนย่อยๆ มารวมกันเป็นคะแนนที่ได้รับทั้งข้อ

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ดังนี้

ตาราง 7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินด้านความรู้และทักษะ/กระบวนการแบบองค์รวม

คะแนน / ความหมาย	ผลการทำข้อสอบที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	● คิดคำนวณหรือเสนอรูปแบบวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ● แสดงวิธีการหรือการหาเหตุผล สนับสนุนการหาคำตอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ● มองเห็นการเชื่อมโยงหรือการขยายผลไปสู่หลักการของปัญหาได้อย่างสมบูรณ์
3 ดี	● คิดคำนวณหรือมีวิธีการหาคำตอบถูกต้อง ● แสดงวิธีการหรือการหาเหตุผล สนับสนุนการหาคำตอบได้บางส่วน ● เชื่อมโยงไปสู่หลักการของปัญหาได้บางส่วน
2 พอใช้	● คิดคำนวณมีข้อผิดพลาดบางส่วน ● แสดงเหตุผล สนับสนุนการหาคำตอบเล็กน้อย ● แสดงการเชื่อมโยงหลักการการแก้ปัญหาได้เล็กน้อย
1 ควรแก้ไข	● คิดคำนวณมีข้อผิดพลาดมาก ● ไม่แสดงเหตุผล สนับสนุนการหาคำตอบ ● ไม่แสดงการเชื่อมโยงหลักการการแก้ปัญหา

ตาราง 8 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (มีความรับผิดชอบ)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	● ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลาตามนัด ● รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบ แก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	● ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ ● รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	● ส่งงานช้ากว่ากำหนด ● ปฏิบัติงาน โดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ดักเตือนหรือให้กำลังใจ

ตาราง 9 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (มีระเบียบวินัย)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	• สมุดงาน ชี้นงาน สะอาดเรียบร้อย • ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	• สมุดงาน ชี้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย • ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	• สมุดงาน ชี้นงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย • ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

ตาราง 10 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบแยกองค์ประกอบ (ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	• มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ • การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ดัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก • จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2 ดี	• มีการวางแผนการดำเนินงาน • การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง • จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	• ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน • การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข • ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

3.5.5 ข้อดีของแบบทดสอบแบบอัตนัย

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538 : 32) กล่าวว่า ข้อดีของแบบทดสอบอัตนัย มีดังนี้

1. ทดสอบความสามารถบางอย่างได้ตรงและเปิดโอกาสให้แสดงความสามารถในการเขียนเพื่อแสดงความคิดโดยตรง

2. สะดวกในการออกข้อสอบ การพิมพ์ หรือเขียนข้อสอบ

3. ให้เสรีภาพแก่ผู้สอบในการตอบคำถาม

4. สามารถวัดเจตคติและส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงออกโดยใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง

สมนึก ภัททิยชนี (2541 : 74) กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัยมีข้อดี ดังนี้

1. สามารถวัดสภาพหรือพฤติกรรมต่างๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์

2. ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นหรือเจตคติของตน

3. โอกาสในการตอบเดา โดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนน้อยมาก

4. วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2544 : 108) กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัยมีข้อดี ดังนี้

1. สามารถวัดสมรรถภาพหรือพฤติกรรมต่างๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะด้านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสังเคราะห์จะวัดได้ดี

2. ผู้ตอบได้มีโอกาสใช้ความรู้ ความคิด และความสามารถในการใช้ภาษาอย่างกว้างขวาง

3. ผู้ตอบไม่มีโอกาสในการเดาหรือเดาได้น้อยมาก

4. สร้างได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบอัตนัยมีข้อดี ดังนี้

1. สามารถวัดสมรรถภาพหรือพฤติกรรมต่างๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะด้านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสังเคราะห์จะวัดได้ดี

2. เปิดโอกาสให้แสดงความสามารถในการเขียนเพื่อแสดงความคิดของตนเองได้โดยตรง

3. ผู้เรียนไม่มีโอกาสในการเดาคำตอบหรือโอกาสในการเดา มีน้อย

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

สมิธ (Smith. 1982 : Online) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความรู้ในการเรียนวิชาเรขาคณิต โดยใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ แบบเรียนเพื่อรอบรู้ แบบนักเรียนเลือก และแบบปกติ ซึ่งได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 36 คน เป็นนักเรียนเกรด 4 ผลการวิจัยพบว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนทั้ง 2 แบบ และ

ไม่มีข้อแตกต่างในเรื่องความคงทนของความรู้ในการเรียนการสอนทั้ง 3 แบบ

บุล (Bull. 1993 : Online) ได้ศึกษาเรื่องการสำรวจประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 8 โดยใช้การเรียนแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นครูจำนวน 5 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 274 คน และกลุ่มควบคุมเป็นครูจำนวน 4 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 237 คน กลุ่มทดลองครูจะสอนโดยใช้ชุดการเรียน " Magic Math" โดยสังเกตการสอนของครูในชั้นเรียน ส่วนกลุ่มทดลองครูจะสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียน "Magic Math" มีความสามารถมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

งานวิจัยในประเทศ

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนันท์ ฉิมวัย (2543 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อเนก สีขาว (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเชื่อมั่นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน และได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ STAD กับกิจกรรมการเรียนแบบคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ STAD กับกิจกรรมการเรียนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ สรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์หนึ่งที่ทำให้ให้นักเรียนและครู ตลอดจนผู้วิจัยทราบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนของตนนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการหรือไม่ โดยพิจารณาจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ทั้งหมด 8 ห้องเรียน รวม 320 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
5. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมและแบบสังเกตพฤติกรรม

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองแค "สรกิจพิทยา" พุทธศักราช 2545 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เวลาดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง (ปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ 8 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 4 ชั่วโมง) ดังนี้

- | | |
|--|-------------------|
| 1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 2. ใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง | จำนวน 8 ชั่วโมง |
| 2.1 ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.2 ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับ | |
| รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.3 ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง นำรู้ นำคิด...กับคู่อันดับและกราฟ | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.4 ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง กำลังสอง...ทำคิด | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 3. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน | จำนวน 2 ชั่วโมง |

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้
 - 1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนหนองแค "สรกิจพิทยา" พุทธศักราช 2545 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และหนังสืออ่านประกอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
 - 1.2 ศึกษารายละเอียดของมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงและเรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 - 1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงและเรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 - 1.4 ศึกษาวิธีการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม
 - 1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่ง

ประกอบด้วย

- 1.5.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้ / รายวิชา / ระดับชั้น / ภาคเรียนที่ / ปีการศึกษา / ชื่อหน่วยการเรียนรู้ / ชื่อเรื่อง / เวลา

1.5.2 สารสำคัญ

1.5.3 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.5 สารการเรียนรู้

1.5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินในการเรียนครั้งนี้ให้นักเรียนทุกคนทราบ

2. นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ เลขยกกำลัง และการหารากที่สอง โดยใช้การถามตอบ

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงให้กับนักเรียนทุกคน

2. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4 คน โดยแบ่งตามระดับความสามารถสูง : ปานกลาง : อ่อน เป็น 1 : 2 : 1 แต่ละกลุ่มร่วมกันมอบหมายหน้าที่และร่วมกันวางแผนในการทำงาน

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาคำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาจากชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง โดยมีครูดูแลอย่างใกล้ชิดคอยช่วยเหลือและคอยแนะนำนักเรียน

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมในใบกิจกรรม

ขั้นสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม

3. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเป็นรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความรู้ที่แต่ละคนได้รับ พร้อมทั้งเฉลยแบบทดสอบและบอกคะแนนให้นักเรียนทุกคนทราบ

1.5.7 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1.5.8 การวัดและประเมินผล

1.5.9 บันทึกหลังสอน

1.5.10 แนวทางในการแก้ไขและพัฒนา

1.5.11 ข้อคิดเห็นอื่น ๆ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ความเป็นไปได้ของกิจกรรมการเรียนรู้ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในด้านภาษา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการประเมิน

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการแก้ไขจากข้อ 1.7 แล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาที่จัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ที่ใช้และเนื้อหา

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

2.1 เตรียมงานด้านวิชาการ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” พุทธศักราช 2545 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และหนังสืออ่านประกอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

2.1.2 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

2.1.3 คัดเลือกบทเรียน โดยผู้วิจัยจัดเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ในชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง จำนวน 4 ชุด ดังนี้

- ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด จำนวน 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง นำรู้ นำคิด...กับคู่อันดับและกราฟ จำนวน 2 ชั่วโมง
- ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง กำลังสอง...ทำคิด จำนวน 2 ชั่วโมง

2.2 สร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

2.2.1 ในการสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแนวคิดการสร้างชุดกิจกรรมของกิดานันท์ มลิทอง (2531 : 181) , ยุพิน พิพิธกุล; และ อรพรรณ ตันบรรจง (2532 : 182) , บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 95 – 96) และชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542 : 55) ซึ่งประกอบด้วย

- 1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้

ชุดกิจกรรมศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

2) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์จากการเรียนในแต่ละครั้ง

3) สื่อการเรียน / แหล่งเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในกิจกรรม

4) เนื้อหาสาระของบทเรียน เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้กับนักเรียน

5) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ

6) การวัดและประเมินผล เป็นแบบทดสอบย่อย แบบประเมินผลการเรียนรู้ แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรมหลังการใช้ชุดกิจกรรมแต่ละชุด

2.2.2 เลือกกิจกรรมที่จะให้นักเรียนศึกษา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.3 นำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้อง ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.4 นำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

2.2.5 นำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี จำนวน 40 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับความเหมาะสมของภาษา ข้อปัญหากิจกรรมและปริมาณเนื้อหา จากนั้นนำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.6 นำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เป็นแบบทดสอบอัตนัย ชนิดแสดงวิธีทำ จำนวน 10 ข้อ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” พุทธศักราช 2545 คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 แบบเรียนคณิตศาสตร์ และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 3 ท่าน

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาหลักสูตร การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 3 ท่าน

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ แบบอัตนัย ชนิดแสดงวิธีทำ จำนวน 15 ข้อ และเกณฑ์การประเมิน โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเกณฑ์การประเมินที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์ IOC เพื่อพิจารณาแล้วนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยให้ได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และภาษาสำนวน ตลอดจนความถูกต้องเหมาะสมตามหลักการเขียนข้อสอบ

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้

3.9 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (P_e) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของ D.R. Whitney and D.L. Sabers จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.56 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.48 จำนวน 10 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วจำนวน 10 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.70

3.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้

4. แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ชนิดแสดงวิธีทำ ทั้งหมด 4 ชุด ชุดละ 3 ข้อ มีขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองแคว “สรกิจพิทยา” พุทธศักราช 2545 คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 แบบเรียนคณิตศาสตร์ และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

4.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา ดอนต้นจำนวน 3 ท่าน

4.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและ บทกลับ

4.4 สร้างแบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการ เชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและ บทกลับ จำนวน 4 ชุด ชุดละ 5 ข้อ และเกณฑ์การประเมินโดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.5 นำแบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการ เชื่อมโยงที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การ เรียนรู้และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อ หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.6 นำแบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการ เชื่อมโยงที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมา ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

4.7 นำแบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการ เชื่อมโยงที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญและคัดเลือกไว้จำนวน 3 ข้อ ไปทดสอบกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองแคว “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแคว จังหวัดสระบุรี ที่เป็น กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้

5. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมและแบบสังเกตพฤติกรรม

5.1 ศึกษาหลักการสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมและแบบสังเกต พฤติกรรมของนักเรียนจากเอกสารการประเมินตามสภาพจริง สูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตร สถานศึกษาโรงเรียนหนองแคว “สรกิจพิทยา” พุทธศักราช 2545 คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

5.2 กำหนดเกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้น ระหว่างการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

5.3 สร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมและแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยสังเกตพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ ในเรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะบทบาทพีทาโกรัสและบทกลับ ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

5.4 นำแบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมและแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของเกณฑ์

5.5 นำแบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมและแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ในการสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 249)

ตาราง 11 แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

ที่มา : ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. หน้า 249.

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

T₁ แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre – test)

T₂ แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post –test)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากมา จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 8 ห้องเรียน

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มทดลอง โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง

3. ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงกับกลุ่มทดลองจำนวน 8 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

4. ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่

ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มทดลอง โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง

5. เปรียบเทียบคะแนนที่ได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การจัดการทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนกับหลังการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง โดยใช้สถิติแบบ t-test dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 การหาคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

1.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 79)

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

เมื่อ	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Consistency) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539 : 248 - 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าดัชนีความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรที่ D.R. Whitney and D.L. Sabers, 1970 ได้เสนอไว้ดังนี้ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539 : 199 - 200)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าดัชนีความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เพื่อวิเคราะห์รายข้อ โดยคำนวณจากสูตร
ที่ D.R. Whitney and D.L. Sabers, 1970 ได้เสนอไว้ดังนี้ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ.
2539 : 201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ.
2538 : 200)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือนี้ทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดสอบ โดยใช้ t-test dependent จากสูตร (Ferguson. 1981 : 166 - 168)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา (t-test dependent)
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงกับก่อนใช้ชุดกิจกรรม
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนหลังใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงกับก่อนใช้ชุดกิจกรรม
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงกับก่อนใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนหลังใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงกับก่อนใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา (t-test dependent)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ โดยการนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบโดยใช้ t-test dependent ปรากฏในตาราง 12 ดังนี้

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

	N	$\bar{X}$	$\sum D$	$\sum D^2$	t
Pre-test	39	16.87	464.5	5978.75	21.70**
Post-test	39	28.78			

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$t_{(.01, 38)} = 2.4298$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 12 ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนกับหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสูงกว่าก่อนได้รับการสอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนหนองแคว “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแคว จังหวัดสระบุรี ทั้งหมด 8 ห้องเรียน รวม 320 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนหนองแคว “สรกิจพิทยา” อำเภอหนองแคว จังหวัดสระบุรี ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองแคว "สรกิจพิทยา" พุทธศักราช 2545 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เวลาดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง (ปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ 8 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 4 ชั่วโมง)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ชุด ดังนี้
 - 2.1 ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด
 - 2.2 ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ
 - 2.3 ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง นำรู้ นำคิด...กับคู่อันดับและกราฟ
 - 2.4 ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง กำลังสอง...ทำคิด
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ นำไปหาค่าดัชนีความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยได้ค่าดัชนีความยาก (P_E) อยู่ระหว่าง 0.56–0.79 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.26–0.48 และค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) เท่ากับ 0.70

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนหนองแคว "สรกิจพิทยา" อำเภอหนองแคว จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้และผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนโดยตนเองโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อที่นักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดลองครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test)

4. ดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง จำนวน 39 คน รวมเวลาใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ จำนวน 8 คาบ

5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทดสอบหลังจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้ว ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนแล้วบันทึกผลการสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน

6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบนำคะแนนที่ได้วิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการใช้ค่าสถิติ t-test dependent เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของบาร์เรทท์ (Barret. 1998 : Online) วงเดือน อินทนิเวศน์ (2544 : บทคัดย่อ) กัลยา ทองสุ (2545 : บทคัดย่อ) และ สมบัติ แสงทองคำสุก (2545 : บทคัดย่อ) ซึ่งพอสรุปได้ว่ามาจากสาเหตุต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นสื่อการสอนที่ประกอบขึ้นด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด ผู้เรียนสามารถศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการเรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ (สุมารัตน์ ไผ่พงสาวงค์. 2543 : 52) จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในชุดกิจกรรม มีอิสระในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาและทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนคณิตศาสตร์

2. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นชุดกิจกรรมที่มีการเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2544 : 25) ที่กล่าวถึงมาตรฐานในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้ ในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3) ทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมายมากขึ้น

3. การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง มีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่สามารถพบเห็นได้ในการดำเนินชีวิตของเรา ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นคณิตศาสตร์ในมุมมองต่างๆ และเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยสอดคล้องกับแนวคิดของกรมวิชาการ (2544 : 200-202) และจรรยา ภูอุดม (2545 : 23 -24) ซึ่งกล่าวถึงการคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ว่า ควรเป็นสถานการณ์แบบองค์รวม มีการบูรณาการเนื้อหา เน้นมโนคติ หรือแนวคิดหลัก สอดคล้องและตรงตามสภาพจริงในชีวิตประจำวัน เป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่รอบตัวนักเรียนเหมาะสมกับวัย ความสนใจ และมีความหมายต่อนักเรียน

4. หลังจากนักเรียนได้ศึกษาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในแต่ละชุดจบแล้ว นักเรียนทุกคนต้องทำแบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรม ซึ่งทำให้นักเรียนรู้ว่าตนเองพัฒนาขึ้นมากน้อย

เพียงใด ทราบข้อบกพร่องของตนเองและพร้อมที่จะแก้ไขในสิ่งที่ตนเองบกพร่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของประสาท สอนวงศ์ (2544 : 152) ที่กล่าวว่า การแก้ไขข้อบกพร่องของการเรียนที่ทดสอบความรู้เป็นระยะ สามารถทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการแก้ไขข้อบกพร่อง

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า

จากผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญห โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยพบข้อสังเกตบางประการจากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ดังนี้

1. ในช่วงแรกของการทำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยเข้าใจแนวทางในการเรียน ประกอบกับยังไม่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและเรียนรู้ได้ค่อนข้างช้า ผู้วิจัยจึงต้องคอยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมต่างๆ เกือบทุกกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนทราบแนวทางในการดำเนินกิจกรรมและสามารถร่วมมือกันทำกิจกรรมต่างๆ ได้

2. นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม โดยสังเกตจากการทำงานของนักเรียน พบว่าเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ นักเรียนจะลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ โดยไม่มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน ผู้วิจัยจึงต้องคอยให้คำแนะนำ พร้อมทั้งให้นักเรียนตระหนักและเห็นคุณประโยชน์ของการทำงานเป็นกลุ่ม จนกระทั่งนักเรียนสามารถดำเนินงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มได้

3. ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง พบว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงและปานกลางจะร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆ เป็นอย่างดี ส่วนนักเรียนที่มีระดับความสามารถอ่อนมักจะไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นหรือให้ความร่วมมือในการแก้ปัญหาในกิจกรรมต่างๆ ครูต้องคอยแนะนำและชี้แจงให้นักเรียนรับทราบแนวทางในการทำงานกลุ่ม โดยฝึกให้นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันร่วมกันให้คำแนะนำนักเรียนในกลุ่มที่อยู่ในระดับอ่อนให้กล้าแสดงแนวคิดของตนเองและสามารถทำกิจกรรมต่างๆ นั้นได้

4. เมื่อนักเรียนเข้าใจแนวทางการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงแล้วพบว่านักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น โดยสังเกตจากการทำกิจกรรมต่างๆ และการขอทำกิจกรรมต่อไปเลยหลังจากทำกิจกรรมที่กำหนดให้เสร็จ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 จัดเตรียมสถานการณ์ที่มีการบูรณาการเนื้อหาสอดคล้องกับชีวิตประจำวันหรือนำสิ่งแวดล้อมรอบตัวมาเป็นสื่อการเรียนรู้ เพื่อฝึกการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนและให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

1.2 สนับสนุนให้ครูสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ในเรื่องอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.3 ควรส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่เป็นประจำ เพื่อฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในคุณค่าของคณิตศาสตร์และมองคณิตศาสตร์ว่าเป็นสิ่งที่อยู่ในสังคมและเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตของเขา

1.4 ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการสอนนอกเวลา สำหรับนักเรียนที่สนใจหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ทั้งนี้เพราะเนื้อหาของชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับกับชีวิตและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนในระดับต่างๆ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และในเนื้อหาอื่นๆ โดยมีระดับความยากง่ายตามความเหมาะสมของผู้เรียน

2.2 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ความคงทนในการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะ /กระบวนการคณิตศาสตร์อื่นๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). *การประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)*. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2542). *รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2540*. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กัลยา ทองสุ. (2545). *การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). *เทคโนโลยีร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา. (2539). *เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการศึกษา*. กรุงเทพฯ ฯ : ฝ่ายเอกสารและตำรา สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- จรรยา ภูอุดม. (2545, พฤษภาคม – กรกฎาคม). “แนวการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์,” *วารสารคณิตศาสตร์*. 46(524 – 526) : 14 , 23 – 24.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญเกื้อ คอระหาเวช. (2542). *นวัตกรรมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ ฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธ สอ้านวงศ์. (2544). “มุมมองหนึ่งของการปฏิรูปการเรียนการสอน,” *วิชาการวิวัฒน์* : 48 ปี กรมวิชาการ. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543, มกราคม – มีนาคม). “ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000,” *วารสาร สสวท*. 28(108) : 14 – 22.
- พรทิพย์ แก้วใจดี. (2545). *การพัฒนาชุดกิจกรรมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะที่พึงประสงค์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พรรณี เจียมสุบุตร. (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรศรี บุญรอด. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง ปริมาตร และพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- เพชรรัตดา เทพพิทักษ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการคิดทำโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญประภา แสนลี. (2542). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เน้นทฤษฎีบทเรื่อง พหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล; และ อรพรรณ ดันบรรจง. (2532). สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วงเดือน อินทนิเวศน์. (2544). การพัฒนาชุดการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิมล พงษ์पालิต. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วีระชัย เจริญจิตติชัย. (2544, พฤศจิกายน - ธันวาคม). "การพิสูจน์ $\sin(A + B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$," วารสารคณิตศาสตร์. 44(506 – 508) : 68.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กราฟฟิคเกอร์.

สมควร ปานโม. (2545). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาชีพ เรื่อง "เซต" ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ประเภทวิชาเกษตรกรรม. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมนึก ภัททิยชนี. (2541). การวัดผลการศึกษา. กาลสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย. (2543 : 56). "โครงการคณิตศาสตร์," สารานุกรมสำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดพิทักษ์การพิมพ์.

สุกัญญา ยีกา. (2545). การสร้างชุดการเรียนรู้การสอน เรื่อง เรขาคณิตการแปลง สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุดารัตน์ ไผ่พงสาวงค์. (2543). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA MODEL เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุนันท์ ฉิมวัย. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). 20 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

อัญชนา โพธิ์พลากร. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อเนก สีขาว. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเชื่อมั่นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน และได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ STAD กับกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรุณี สุพรรณพงศ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง เรื่อง เส้นตรงและมุม , ความยาว พื้นที่ และปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ คำปล้อง. (2536). การสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Barrett, Jeffrey Edward. (1998). " Representing, Connecting and Restructuring Knowledge : The Growth of Children 's Understanding of Length in Two – Dimensional Space, " *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available : <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved September, 9 2003.
- Blaskopf, Bill; & Chazan, Dan. (2001, November). " Welcome to Our Focus Issue on Connections, " *Mathematics Teacher*. 94(8) : 625.
- Brooklyn, Aleksandr Khazanov. (1997). *Developing Connections*. (Online). Available : <http://www.stolaf.edu/other/extend/Expectations/khazanov.html>. Retrieved April, 25 2003.
- Brown, James W.; et al. (1983). *AV. Instruction Technology, Media, and Methods*. New York : McGraw – Hill.
- Bull, Michael Porter. (1993). " Exploring the Effects on Mathematics Achievement of Eighth Grade Students that are Taught Problem-Solving Through a Four – Step Method that Addresses the Perceptual Strengths of Each Student (Magic Math), " *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available : <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved June, 7 2003.

- Burkett, Denine Carol. (1998). " Making Connections Between the Tabular, Symbolic and Graphical Representations in the Context of Writing Activities Used During Instruction of Functions, " *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available : <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved June, 7 2003.
- Dana, John Cotton. (2003). *Designing Self – Instructional Packages / Modules for Use at Field Sites*. (Online). Available : http://ced.nmsu.edu/ced_images/taweblogo.jpg. Retrieved July, 12 2003.
- Elbers, Hugo Johannes. (1999). " Connecting Informal and Formal Mathematics (Priority Rewriting)," *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available : <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved June, 7 2003.
- Ferguson, George A. (1981). *Statistical Analysis in Psychology & Education*. 4th ed. Tokyo : McGraw – Hill Kogakasha.
- Gronlund, Norman E; & Linn, Robert L. (1990). *Measurement and Evaluation in Teaching*. 6th ed. New York : The Macmillan Co.
- Hiramatsu, Michiko. (1982). " An Individualized Learning Package Program in Beginning College Japanese : A Multi – Media Approach, " *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available: <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved June, 7 2003.
- Lierly, Barbara; & Sullivan, Elaine. (1999). *A WebQuest for High School Students*. (Online). Available : <http://u2.lvcm.com/esullivan/webquest.html>. Retrieved July, 15 2003.
- Orton – Flynn , Susan Jane. (1997). " The Design of A Multimedia Calculator and its use in Teaching Numeracy to Those with Learning Difficulties, " *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available : <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved June, 7 2003.
- Proctor, Kurt J. (2003 : 2). *DESIGNING A Learning Activity Package (Lap)*. (Online). Available : <http://xnet.rrc.mb.ca/proctor/B23-C203%20Applied%20Tech%20II/lap2k.pdf>. Retrieved July, 12 2003.
- Schultz, Natalie. (1999). *Making the Connection*. (Online). Available : <http://www.iusb.edu/~natschul/connecting.html>. Retrieved July, 15 2003.
- Smith, Steven Harmon. (1982). " Achievement and Long – Term Retention in Geometry Using Mastery Learning, Student Choice and Traditional Learning in the Elementary School," *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available : <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved June, 7 2003.

The National Council of Teachers of Mathematics. (1989). " Grades 5 – 8 : Standard 4 – Mathematical Connections, " *Principles and Standards for School Mathematics*. (Online). Available : <http://standards.nctm.org/Previous/CurrEvStds/5-8s4.htm>. Retrieved April, 3 2003.

_____. (1991). " Evaluation of Teaching : Standard 4 – Mathematical Concepts, Procedures, and Connections, " *Principles and Standards for School Mathematics*. (Online). Available : <http://standards.nctm.org/document/chapter6/conn.htm>. Retrieved April, 25 2003.

_____. (2000). " Connections Standard for Grades 6 – 8, " *Principles and Standards for School Mathematics*. (Online). Available : <http://standards.nctm.org/document/chapter6/conn.htm> : 274 , 277 – 278. Retrieved December, 22 2002.

The Shodor Education Foundation. (2000). *Mathematical Connection*. (Online). Available : <http://www.ecu.edu/si/cd/interactivate/standards/eight/connection.html>. Retrieved May, 23 2003.

University of California. (2001). *Connecting Math to Our Lives*. (Online). Available : <http://www.schoolrenewal.org/strategies/i-math-hw.hw.html>. Retrieved May, 24 2003.

Wachusett Regional School District. (1995). *Mathematics Frameworks Standard IV Mathematical Connections*. (Online). Available : <http://www.wrsd.net/mathematicsstandard4.htm>. Retrieved April, 5 2003.

Wilson, Cynthia Louise. (1988). " An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem Solving to Learning Disabled Student, " *Dissertation Abstracts International* . (Online). Available : <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>. Retrieved June, 7 2003.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตารางค่าดัชนีความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของวิทเนย์และซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ
2. ตารางค่า X และ X^2 ในการหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient)
3. ตารางค่า s_r และ s_r^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 13 ค่าดัชนีความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของวิทเนย์และซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบ อัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	ค่าดัชนีความยาก (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.61	0.26
2	0.75	0.31
3	0.67	0.39
4	0.66	0.47
5	0.79	0.28
6	0.72	0.35
7	0.59	0.43
8	0.65	0.35
9	0.67	0.35
10	0.56	0.48

ตาราง 14 ค่า x และ x^2 ในการหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient)

นักเรียน คนที่	x	x^2	นักเรียน คนที่	x	x^2
1	38.0	1444.00	26	31.5	992.25
2	34.5	1190.25	27	35.5	1260.25
3	30.5	930.25	28	25.5	650.25
4	35.5	1260.25	29	33.0	1089.00
5	35.0	1225.00	30	33.0	1089.00
6	31.0	961.00	31	24.5	600.25
7	26.5	702.25	32	32.0	1024.00
8	33.0	1089.00	33	30.5	930.25
9	28.5	812.25	34	23.0	529.00
10	33.0	1089.00	35	26.5	702.25
11	25.5	650.25	36	23.5	552.25
12	19.5	380.25	37	36.0	1296.00
13	24.5	600.25	38	31.0	961.00
14	28.5	812.25	39	34.0	1156.00
15	22.5	506.25	40	31.5	992.25
16	33.5	1122.25	41	30.0	900.00
17	25.5	650.25	42	34.0	1156.00
18	29.0	841.00	43	36.5	1332.25
19	17.5	306.25	44	27.5	756.25
20	30.0	900.00	45	34.5	1190.25
21	16.0	256.00	46	33.5	1122.25
22	33.0	1089.00	47	34.0	1156.00
23	24.5	600.25	48	28.5	812.25
24	23.5	552.25	49	36.0	1296.00
25	34.5	1190.25	50	25.5	650.25

ตาราง 14 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	X	X ²	นักเรียน คนที่	X	X ²
51	29.5	870.25	76	28.5	812.25
52	31.0	961.00	77	28.0	784.00
53	28.0	784.00	78	34.0	1156.00
54	36.0	1296.00	79	37.0	1369.00
55	33.0	1089.00	80	36.0	1296.00
56	37.0	1369.00	81	33.5	1122.25
57	32.5	1056.25	82	27.5	756.25
58	34.5	1190.25	83	22.5	506.25
59	36.0	1296.00	84	36.0	1296.00
60	34.5	1190.25	85	39.0	1521.00
61	34.0	1156.00	86	36.5	1332.25
62	36.0	1296.00	87	38.0	1444.00
63	31.5	992.25	88	26.5	702.25
64	35.5	1260.25	89	36.0	1296.00
65	27.5	756.25	90	24.5	600.25
66	26.5	702.25	91	33.5	1122.25
67	33.0	1089.00	92	36.0	1296.00
68	32.5	1056.25	93	29.5	870.25
69	31.0	961.00	94	31.5	992.25
70	28.5	812.25	95	33.5	1122.25
71	36.0	1296.00	96	28.0	784.00
72	39.0	1521.00	97	30.5	930.25
73	32.5	1056.25	98	23.5	552.25
74	28.0	784.00	99	33.0	1089.00
75	29.5	870.25	100	31.5	992.25
รวม				3091.00	97811.00

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient)

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

$$s^2 = \frac{100(97811) - (3091)^2}{100(99)}$$

$$= \frac{9781100 - 9554281}{9900}$$

$$= 22.91$$

ตาราง 15 ค่า s_i และ s_i^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	s_i	s_i^2
1	0.75	0.56
2	0.55	0.30
3	0.58	0.34
4	0.81	0.66
5	1.10	1.20
6	0.88	0.77
7	0.99	0.99
8	1.09	1.19
9	1.09	1.19
10	1.13	1.27
$\sum s_i^2$		8.47

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient)

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_i^2} \right] \\
 &= \frac{10}{10-1} \left[1 - \frac{8.47}{22.91} \right] \\
 &= \frac{10}{9} (1 - 0.37) \\
 &= \frac{10}{9} (0.63) \\
 &= 0.70
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

- ตารางคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้
ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและ
หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง
ก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ $t - \text{test dependent}$

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

$$t = \frac{464.50}{\sqrt{\frac{39(5978.75) - (464.50)^2}{38}}}, \quad df = 39-1$$

$$t = \frac{464.50}{\sqrt{\frac{233,171.25 - 215,760.25}{38}}}, \quad df = 38$$

$$t = \frac{464.50}{\sqrt{\frac{17,411}{38}}}$$

$$t = \frac{464.50}{\sqrt{458.18}}$$

$$t = \frac{464.50}{21.41}$$

$$t = 21.70$$

$$t_{.01} = 2.4298, \quad df = 38$$

ภาคผนวก ค

1. โครงการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. ตัวอย่างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โครงการสอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ระดับชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

หน่วยการเรียนรู้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ เวลา 12 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเป็นทฤษฎีหนึ่งซึ่งช่วยให้เราสามารถหาระยะทางในการเดินทาง ระยะของความกว้าง ความยาว ความสูง ความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม การหาพื้นที่ของสิ่งต่างๆ ระยะห่างระหว่างจุดสองจุดบนระนาบ นอกจากนี้ยังช่วยให้เราสามารถนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ มาช่วยในการหาค่าของกำลังสองสมบูรณ์ได้

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนศึกษาหน่วยการเรียนรู้นี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

3.1 ด้านความรู้

1. หาความยาวของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
2. หาระยะทาง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
3. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาพื้นที่ได้
4. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้
5. หาระยะห่างระหว่างจุดสองจุดบนระนาบ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
6. หาค่ากำลังสองสมบูรณ์ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้

3.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ

1. แก้ปัญหาในเรื่องต่าง ๆ ได้
2. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้
3. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับการวัดได้
4. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับรูปสามเหลี่ยมคล้ายและอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
5. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับคู่อันดับและกราฟได้
6. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับกำลังสองสมบูรณ์ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความรับผิดชอบ

4. เนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ เวลา 12 ชั่วโมง

- | | |
|--|-------------------|
| 1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 2. ใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง | จำนวน 8 ชั่วโมง |
| 2.1 ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.2 ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.3 ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง นำรู้ นำคิด...กับคู่อันดับและกราฟ | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 2.4 ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง กำลังสอง...ทำคิด | (จำนวน 2 ชั่วโมง) |
| 3. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน | จำนวน 2 ชั่วโมง |

5. จำนวนสัปดาห์

สัปดาห์ ที่	แผนการ เรียนรู้ ที่	แผนการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	-	ทดสอบก่อนเรียน	2
1-2	1	การวัดกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ	2
2	2	รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ	2
3	3	คู่อันดับและกราฟกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ	2
3-4	4	กำลังสองสมบูรณ์กับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ	2
4	-	ทดสอบหลังเรียน	2

6. การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ย่อยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 17 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ย่อยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

หน่วย ย่อย ที่	หน่วยการเรียนรู้ ย่อย	จุดประสงค์การเรียนรู้		
		ด้านความรู้	ด้านทักษะ / กระบวนการ	ด้าน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์
1	การวัดกับทฤษฎีบท พีทาโกรัสและ บทกลับ	1. หาความยาวของสิ่ง ต่างๆ โดยใช้ทฤษฎี บทพีทาโกรัสและ บทกลับได้ 2. หาระยะทาง โดยใช้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับได้ 3. ใช้ทฤษฎีบทพีทา โกรัสและบทกลับ ในการหาพื้นที่ได้	1. แก้ปัญหาในเรื่อง ต่างๆ ได้ 2. ใช้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจได้ 3. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบท พีทาโกรัสและ บทกลับกับการวัดได้ 4. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบท พีทาโกรัสและ บทกลับกับรูป สามเหลี่ยมคล้าย	1. ทำงานได้ อย่างเป็น ระบบ รอบคอบ 2. มีระเบียบวินัย 3. มีความ รับผิดชอบ
2	รูปสามเหลี่ยมที่ คล้ายกันและ อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับทฤษฎีบทพีทา โกรัสและบทกลับ	4. ใช้ทฤษฎีบทพีทา โกรัสและบทกลับใน การหาความยาวแต่ละ ด้านของรูปสามเหลี่ยม ได้	5. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบท พีทาโกรัสและ บทกลับกับคู่อันดับ และกราฟได้	
3	คู่อันดับและกราฟกับ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ	5. หาระยะห่างระหว่าง จุดสองจุดบนระนาบ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทา โกรัสและบทกลับได้	6. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบท พีทาโกรัสและ บทกลับกับกำลัง สองสมบูรณ์ได้	
4	กำลังสองสมบูรณ์กับ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ	6. หาค่ากำลังสอง สมบูรณ์ โดยใช้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับได้		

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ระดับชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

หน่วยการเรียนรู้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ
หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง การวัดกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสซึ่งเป็นทฤษฎีหนึ่งซึ่งช่วยให้เราสามารถหาระยะทางในการเดินทางตลอดจนทำให้เราสามารถทราบระยะของความกว้าง ความยาว และความสูงของสิ่งต่างๆ นอกจากนี้ยังนำไปสู่การทราบพื้นที่ของสิ่งต่าง ๆ นั้นด้วย โดยอาจทราบเป็นค่าที่แน่ชัด หรือค่าโดยประมาณของสิ่งนั้น

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. หาความยาวของสิ่งต่างๆ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
2. หาระยะทาง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
3. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาพื้นที่ได้

3.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ

1. แก้ปัญหาในเรื่องต่างๆ ได้
2. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้
3. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับการวัดได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความรับผิดชอบ

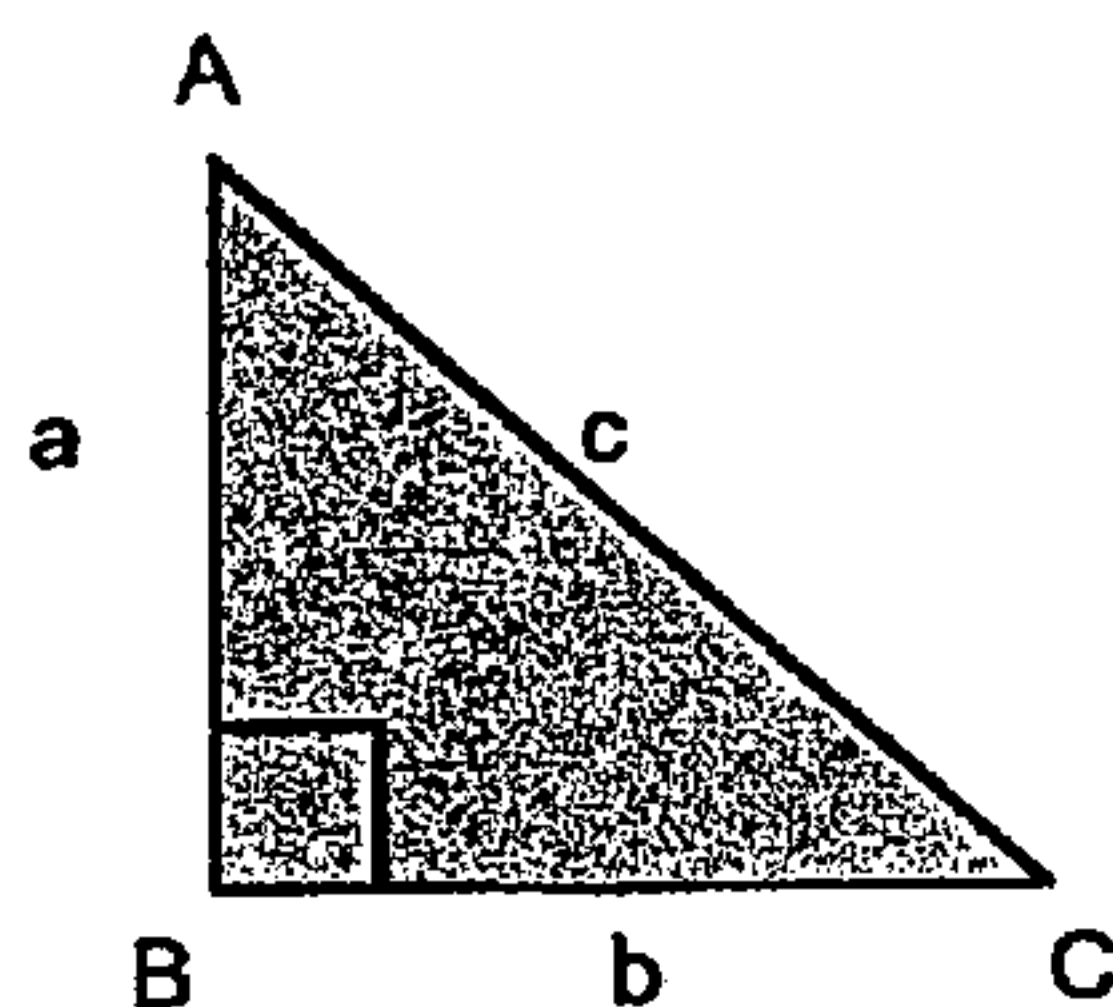
4. สารการเรียนรู้

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก ดังนี้

กำหนดให้ด้านประกอบมุมฉากยาว a หน่วย และ b หน่วย และด้านตรงข้ามมุมฉากยาว c หน่วย

ดังรูป



ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ

$$c^2 = a^2 + b^2$$

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับเกี่ยวข้องกับการวัดอย่างไร

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเป็นทฤษฎีที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับการวัดสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งเรามักพบเห็นในชีวิตประจำวันของคนเราอยู่เสมอ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสจึงเป็นทฤษฎีหนึ่ง ที่ช่วยให้เราสามารถทราบระยะของความกว้าง ความยาว และความสูงของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนทำให้เราสามารถหาระยะทางในการเดินทาง นอกจากนี้ยังนำไปสู่การทราบพื้นที่ของสิ่งต่าง ๆ นั้นด้วย โดยอาจทราบเป็นค่าที่แน่ชัดหรือค่าโดยประมาณของสิ่งนั้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินในการเรียนครั้งนี้ให้นักเรียนทุกคนทราบ
2. นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ เลขยกกำลัง และการหารากที่สอง โดยใช้การถามตอบ

5.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด ให้นักเรียนทุกคน

2. นักเรียนแต่ละคนศึกษาคำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาจากชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด โดยมีครูดูแลอย่างใกล้ชิดคอยช่วยเหลือและคอยแนะนำนักเรียน

3. นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมที่ได้รับ

5.3 ขั้นสร้างองค์ความรู้/ขั้นสรุป

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด

2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
5. หนังสืออ่านเพิ่มเติม
6. แบบประเมินผลการเรียนรู้
7. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม
8. แบบสังเกตพฤติกรรม

6.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ จุดประสงค์ข้อที่ 1 - 3	1. ตรวจแบบทดสอบ ย่อยประจำ ชุดกิจกรรม	1. แบบทดสอบย่อย ประจำชุดกิจกรรม 2. แบบประเมินผลการ เรียนรู้	ผ่าน - ทำได้ 6 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน - ทำคะแนนได้ต่ำกว่า 6 คะแนน
ด้านทักษะ / กระบวนการ จุดประสงค์ข้อ 1 - 3	1. สังเกต 2. ตรวจใบกิจกรรม 3. ตรวจแบบทดสอบ ย่อยประจำ ชุดกิจกรรม	1. แบบประเมินผลการ ปฏิบัติกิจกรรม 2. ใบกิจกรรม 3. แบบทดสอบย่อย ประจำชุดกิจกรรม	ผ่าน - ทำได้ 6 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน - ทำคะแนนได้ต่ำกว่า 6 คะแนน
ด้าน คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ จุดประสงค์ข้อ 1 - 3	1. สังเกต	1. แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่าน - ทำได้ 5 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน - ทำคะแนนได้ต่ำกว่า 5 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

- เกณฑ์การประเมินด้านความรู้
ข้อละ 4 คะแนน

องค์ประกอบการให้คะแนน	คะแนน
1. การวิเคราะห์โจทย์ - ระบุสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง - ระบุสิ่งที่ต้องหา / จะต้องพิสูจน์ถูกต้อง	0.5

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (ต่อ)

องค์ประกอบการให้คะแนน	คะแนน
2. การแสดงวิธีทำ	3
2.1 แนวทางการแก้ปัญหาถูกต้องมีการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา	(1)
2.2 การแสดงวิธีทำ ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง ครบถ้วน	(1)
2.3 การคำนวณถูกต้อง	(1)
3. คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	0.5
- คำตอบถูกต้อง	
- หน่วยของคำตอบถูกต้อง	

2. เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (การแก้ปัญหา)

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3 ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2 พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1 ควรแก้ไข	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0 ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้น หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

3. เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (การให้เหตุผล)

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (การให้เหตุผล) (ต่อ)

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
2 พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 ควรแก้ไข	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 ต้องปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

4. เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (การเชื่อมโยง)

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
1 ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 ต้องปรับปรุง	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

5. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ดัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน - หลัง ถูกต้องครบถ้วน

เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ) (ต่อ)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2 ดี	● มีการวางแผนการดำเนินงาน ● การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง ● จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	● ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน ● การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข ● ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

6. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (มีระเบียบวินัย)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	● สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย ● ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	● สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย ● ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	● สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย ● ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

7. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (มีความรับผิดชอบ)

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	● ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลาตามนัด ● รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบแก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	● ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ ● รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	● ส่งงานช้ากว่ากำหนด ● ปฏิบัติงาน โดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ดักเตือนหรือให้กำลังใจ

8. บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

9. แนวทางในการแก้ไขและพัฒนา

.....

.....

.....

.....

10. ข้อคิดเห็นอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบประเมินผลการเรียนรู้

เรื่อง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 21 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

[illegible]

ទំព័រ..... ដ្ឋប្រឹក្សា

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

เรื่อง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 / ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

[illegible]

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ระดับชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

หน่วยการเรียนรู้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติกับทฤษฎีบท

พีทาโกรัสและบทกลับ เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

1. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่ เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
2. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันจะมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน
3. ไชน์ของมุม A เป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านตรงข้ามมุม A กับความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
4. โคไซน์ของมุม A เป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านประชิดมุม A กับความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
5. แทนเจนต์ของมุม A เป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านตรงข้ามมุม A กับความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
6. อัตราส่วนตรีโกณมิติ หมายถึง อัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่เรียกว่า ไชน์ โคไซน์ และแทนเจนต์
7. ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเป็นทฤษฎีบทหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ มาช่วยในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้

3.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ

1. แก้ปัญหาในเรื่องต่างๆ ได้
2. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้
3. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับรูปสามเหลี่ยมคล้ายและอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความรับผิดชอบ

4. สารการเรียนรู้

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเป็นทฤษฎีบทหนึ่งที่เราสามารถนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ มาช่วยในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้

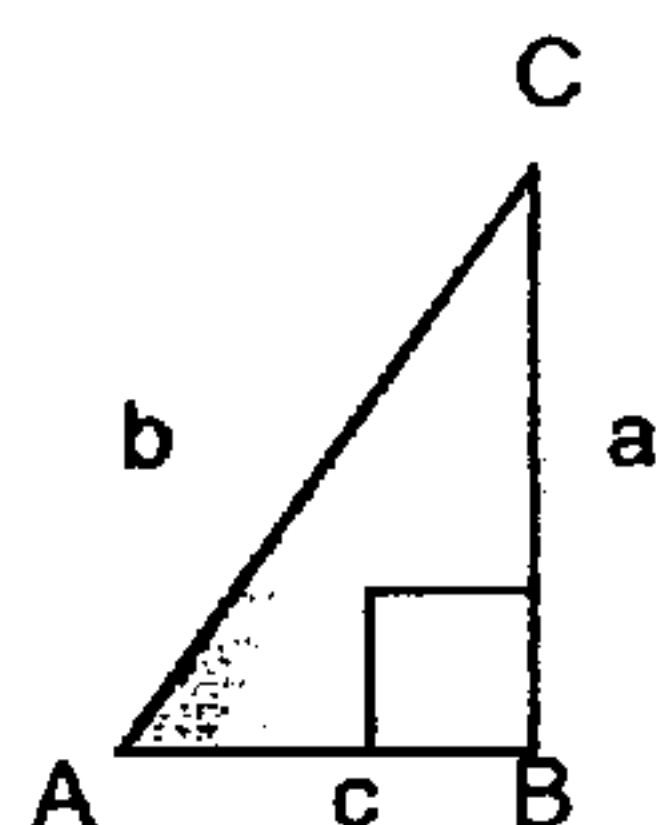
4.1 รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

เมื่อพิจารณาถึงรูปสามเหลี่ยม 2 รูป ที่คล้ายกัน เราจะพบว่ารูปสามเหลี่ยม 2 รูป จะคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมทั้งสองมีขนาดของมุมเท่ากัน 3 คู่

จากส่วนที่กล่าวไปแล้วข้างต้น เมื่อเราจับคู่ด้านของรูปสามเหลี่ยมทั้งสอง เราจะพบว่ารูปสามเหลี่ยมทั้งสองมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันจะเท่ากัน หรืออาจกล่าวได้ว่ารูปสามเหลี่ยมทั้งสองมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน

4.2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ

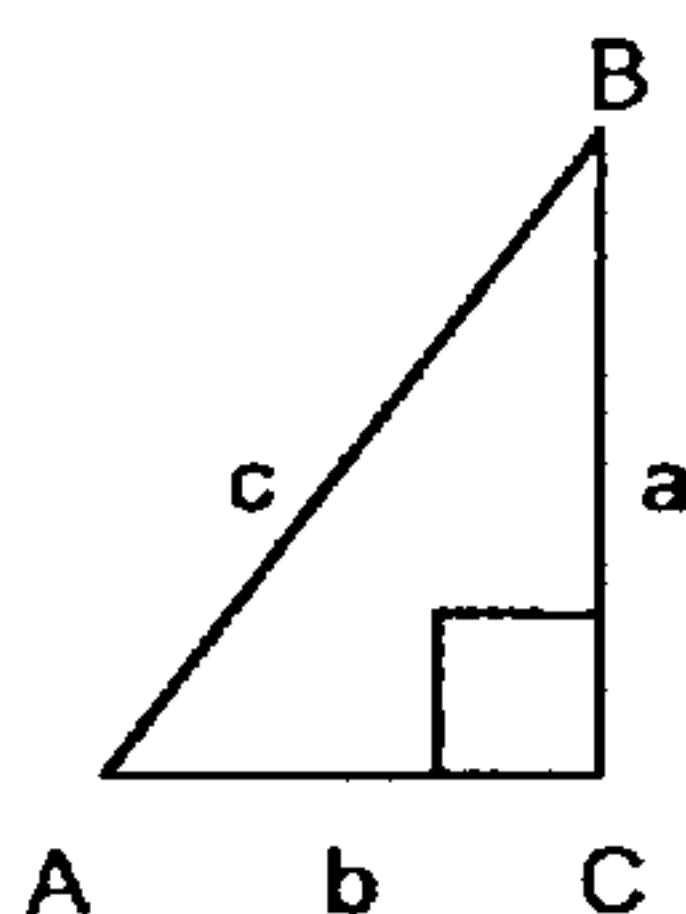
พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC โดยมี $\hat{A}$ เป็นมุมฉาก ดังรูป
จากรูป ให้ a แทน ความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้าม



กับมุมที่มีขนาดเท่ากับมุม A

b แทน ความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมฉาก

c แทน ความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่มีขนาดเท่ากับมุม C



เรียก $\frac{BC}{AB}$ หรือ $\frac{a}{c}$ ว่าไซน์ (sine) ของมุม A

$\frac{AC}{AB}$ หรือ $\frac{b}{c}$ ว่าโคไซน์ (cosine) ของมุม A

$\frac{BC}{AC}$ หรือ $\frac{a}{b}$ ว่าแทนเจนต์ (tangent) ของมุม A

โดย $\overline{AB}$ คือ ด้านตรงข้ามมุมฉาก $\overline{AC}$ คือ ด้านประชิดมุม A

และ $\overline{BC}$ คือ ด้านตรงข้ามมุม A

อาจให้นิยามของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ ได้ดังนี้

ไซน์ของมุม A ($\sin A$)	คือ	$\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$
โคไซน์ของมุม A ($\cos A$)	คือ	$\frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$
แทนเจนต์ของมุม A ($\tan A$)	คือ	$\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินในการเรียนครั้งนี้ให้นักเรียนทุกคนทราบ
2. นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ เลขยกกำลัง การหารากที่สอง และการนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับมาใช้ในการวัด โดยใช้การถามตอบ

5.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับความคล้ายและอัตราส่วนตรีโกณมิติ ให้นักเรียนทุกคน
2. นักเรียนแต่ละคนศึกษาคำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาจากชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับความคล้ายและอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยมีครูดูแลอย่างใกล้ชิดคอยช่วยเหลือและคอยแนะนำนักเรียน
3. นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมที่ได้รับ

5.3 ขั้นสร้างองค์ความรู้/ขั้นสรุป

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับความคล้ายและอัตราส่วนตรีโกณมิติ
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. หนังสืออ่านเพิ่มเติม

5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม
7. แบบสังเกตพฤติกรรม

6.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ จุดประสงค์ข้อที่ 1	1. ตรวจแบบทดสอบ ย่อยประจำ ชุดกิจกรรม	1. แบบทดสอบย่อย ประจำชุดกิจกรรม 2. แบบประเมินผลการเรียนรู้	ผ่าน - ทำได้ 6 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน - ทำคะแนนได้ต่ำกว่า 6 คะแนน
ด้านทักษะ / กระบวนการ จุดประสงค์ข้อ 1 - 3	1. สังเกต 2. ตรวจใบกิจกรรม 3. ตรวจแบบทดสอบ ย่อยประจำ ชุดกิจกรรม	1. แบบประเมินผลการปฏิบัติ กิจกรรม 2. ใบกิจกรรม 3. แบบทดสอบย่อย ประจำชุดกิจกรรม	ผ่าน - ทำได้ 6 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน - ทำคะแนนได้ต่ำกว่า 6 คะแนน
ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ จุดประสงค์ข้อ 1 -3	1. สังเกต	1. แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่าน - ทำได้ 5 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน - ทำคะแนนได้ต่ำกว่า 5 คะแนน

หมายเหตุ

หัวข้อต่อไปนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง การวัดกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

- เกณฑ์การให้คะแนน
- บันทึกหลังสอน
- แนวทางในการแก้ไขและพัฒนา
- ข้อคิดเห็นอื่นๆ
- แบบประเมินผลการเรียนรู้
- แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม
- แบบสังเกตพฤติกรรม

ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์
เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 1

เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด



ชื่อ.....ชั้น ม.2 / เลขที่.....

โรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” อ. หนองแค จ. สระบุรี

คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์

เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 1

เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด



คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 มี 3 ตอน

ตอนที่ 1 การวัด โดยใช้กระดาษพันยางและไม้กลึง (45 นาที)

✖ นักเรียนแต่ละคนมีกระดาษพันยาง 1 แผ่น และไม้กลึง 1 ชิ้น โดยให้แต่ละคนพันยางรอบไม้กลึงอย่างละเอียด และใช้ไม้กลึงวัดความยาวรอบวงของไม้กลึงได้สองรอบเพื่อเปรียบเทียบความยาวรอบวง

ตอนที่ 2 กิจกรรมหลอกคิดค้นปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่วงกลมและรูปทรงอื่น (60 นาที)

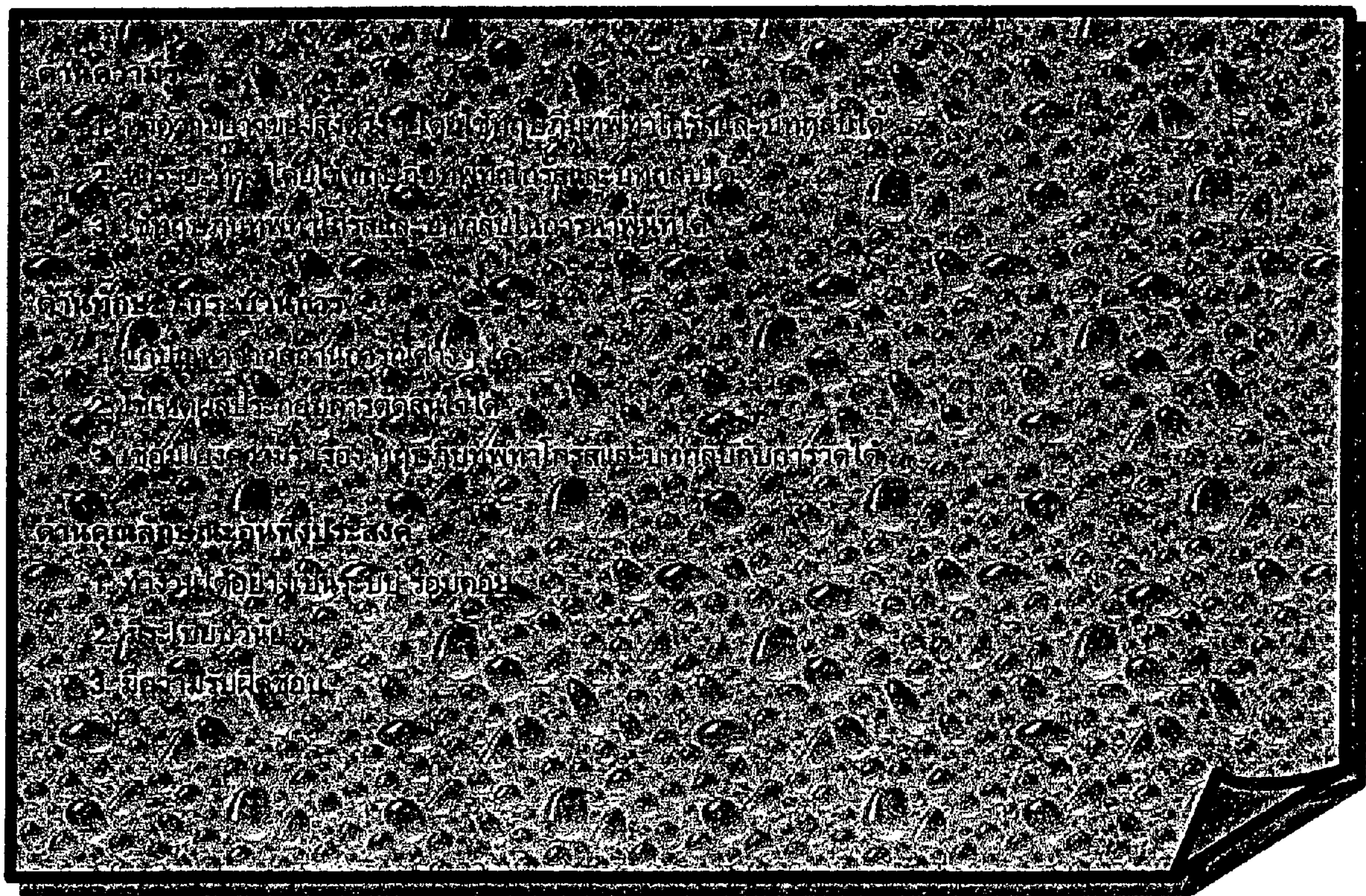
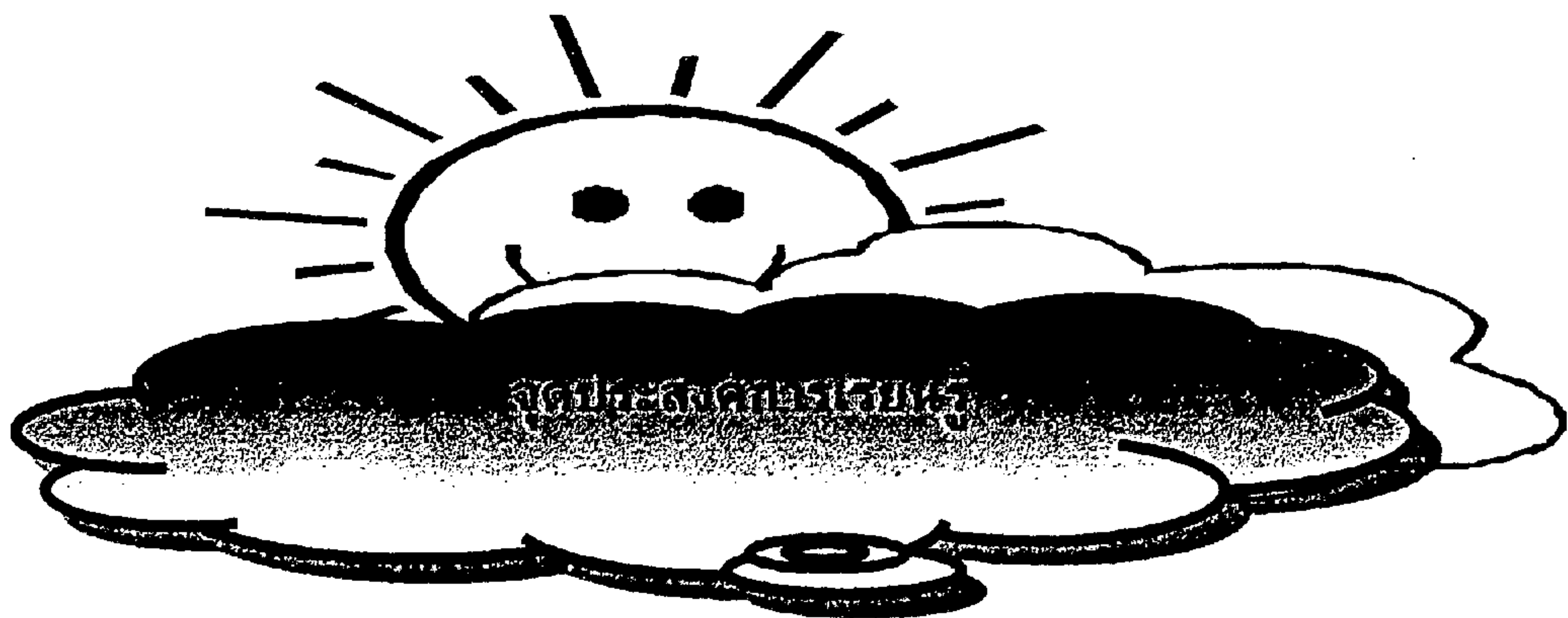
✖ นักเรียนแต่ละคนมีกระดาษพันยาง 1 แผ่น และไม้กลึง 1 ชิ้น โดยให้แต่ละคนพันยางรอบไม้กลึงอย่างละเอียด และใช้ไม้กลึงวัดความยาวรอบวงของไม้กลึงได้สองรอบเพื่อเปรียบเทียบความยาวรอบวง

ตอนที่ 3 แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด (45 นาที)

✖ นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังการเรียนรู้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

✖ นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังการเรียนรู้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด โดยให้แต่ละคนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่มีแนวคิดแตกต่างกัน





สื่อการเรียนรู

1. หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดลราชเดช / โรงเรียน / แหล่งเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้
2. หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดลราชเดช / โรงเรียน / แหล่งเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้
3. หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดลราชเดช / โรงเรียน / แหล่งเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้
4. หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดลราชเดช / โรงเรียน / แหล่งเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้
5. หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดลราชเดช / โรงเรียน / แหล่งเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

แหล่งเรียนรู้

แหล่งเรียนรู้

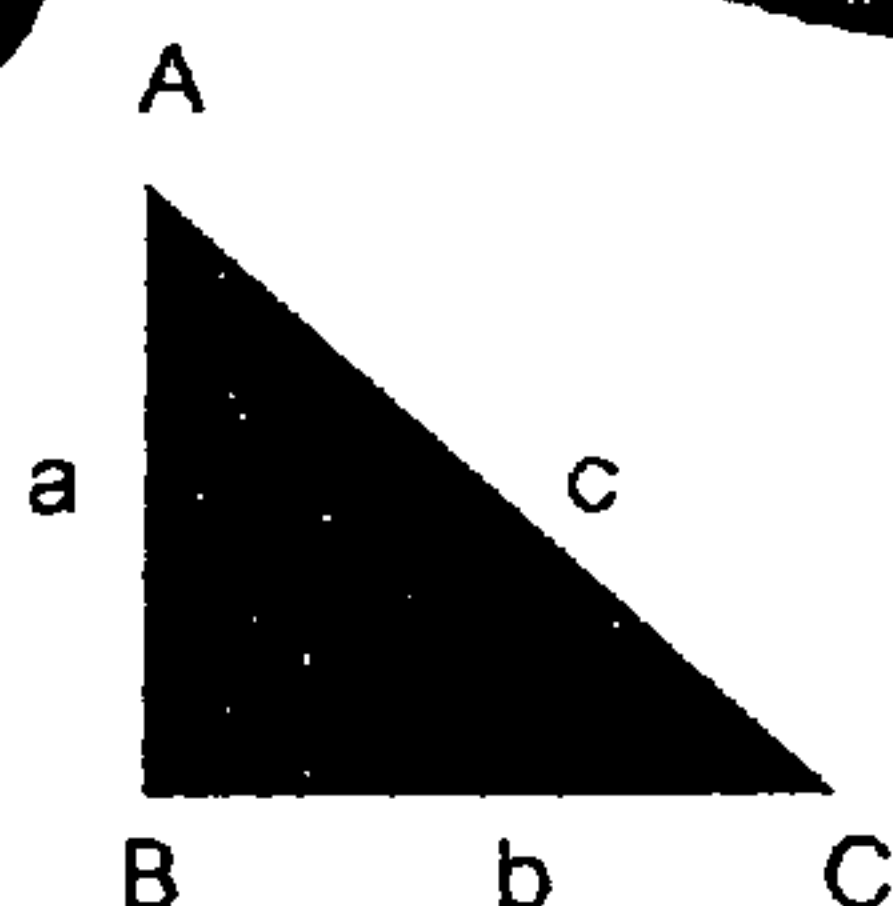


ตอนที่ 1

การวัด โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ



ให้พวกพี่ๆ ศึกษาและทำกิจกรรมในตอนที่ 1 เป็นเวลา 15 นาที ค่ะ



จากรูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ซึ่งมี $\angle C$ มีขนาด 90 องศา

โดย a แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

b แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

และ c แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

จะได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นดังนี้

$$c^2 = a^2 + b^2$$



ประมาณ 2,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์ได้ค้นพบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของด้านเป็น 3 หน่วย 4 หน่วย และ 5 หน่วย โดยการแบ่งเชือกออกเป็น 12 ส่วนเท่าๆ กัน การแบ่งนั้นใช้การผูกเชือกให้เป็นปม แล้วนำไปประกอบกันให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีความยาวของด้านเป็น 3 ส่วน 4 ส่วน และ 5 ส่วน และได้ค้นพบว่าด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยมเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก

หลายปีต่อมาในศตวรรษที่ 5 ก่อนคริสต์ศักราชนักคณิตศาสตร์ชาวกรีกชื่อ พีทาโกรัส และผู้ติดตามของเขาได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่มีขนาดความยาวของด้านแต่ละด้านเป็น 3 หน่วย 4 หน่วย และ 5 หน่วย และพวกเขาได้สังเกตเห็นว่า ถ้าสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมนี้ จะได้ว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เล็กกว่า 2 รูปรวมกันจะเท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสใหญ่

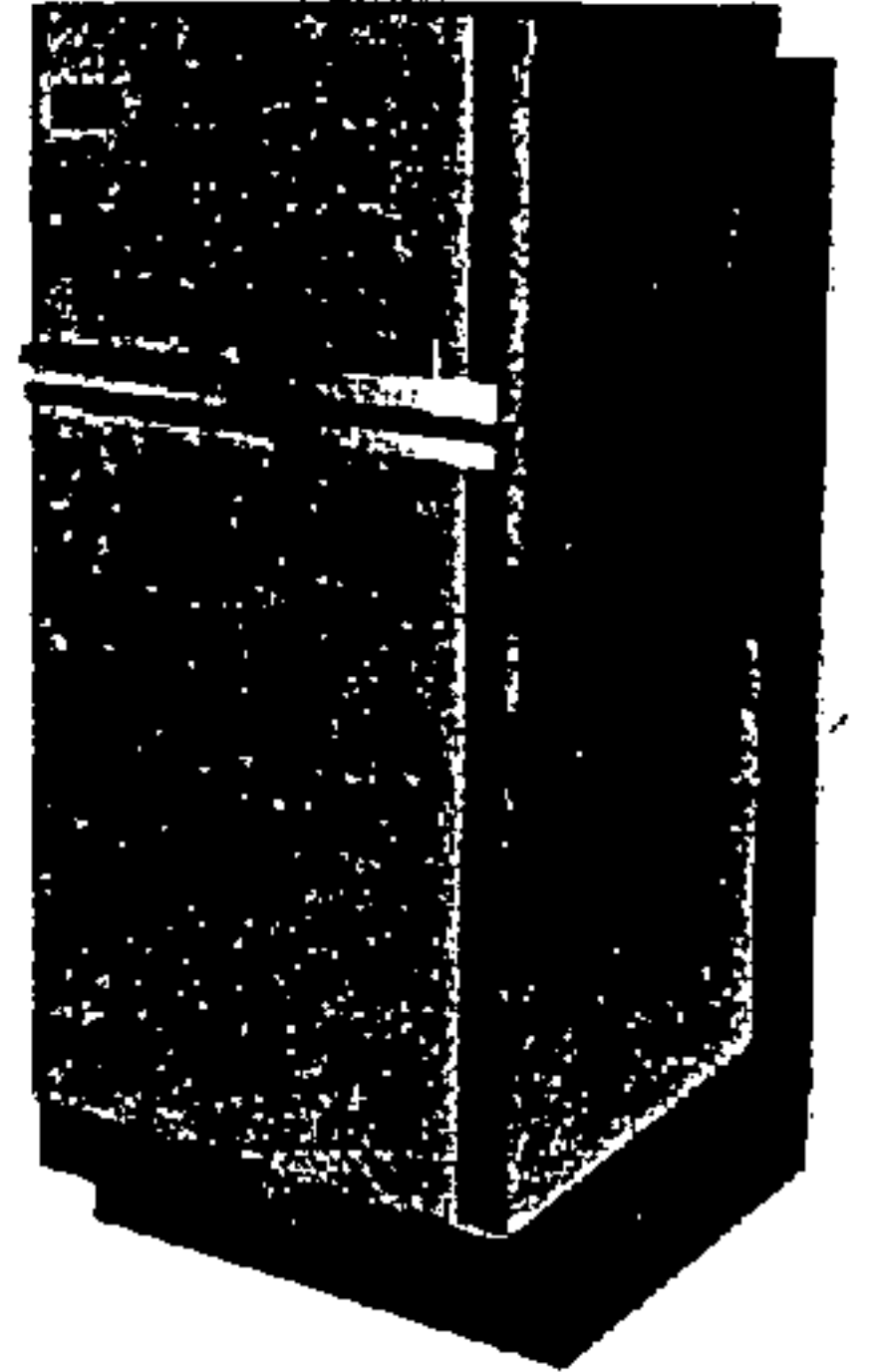
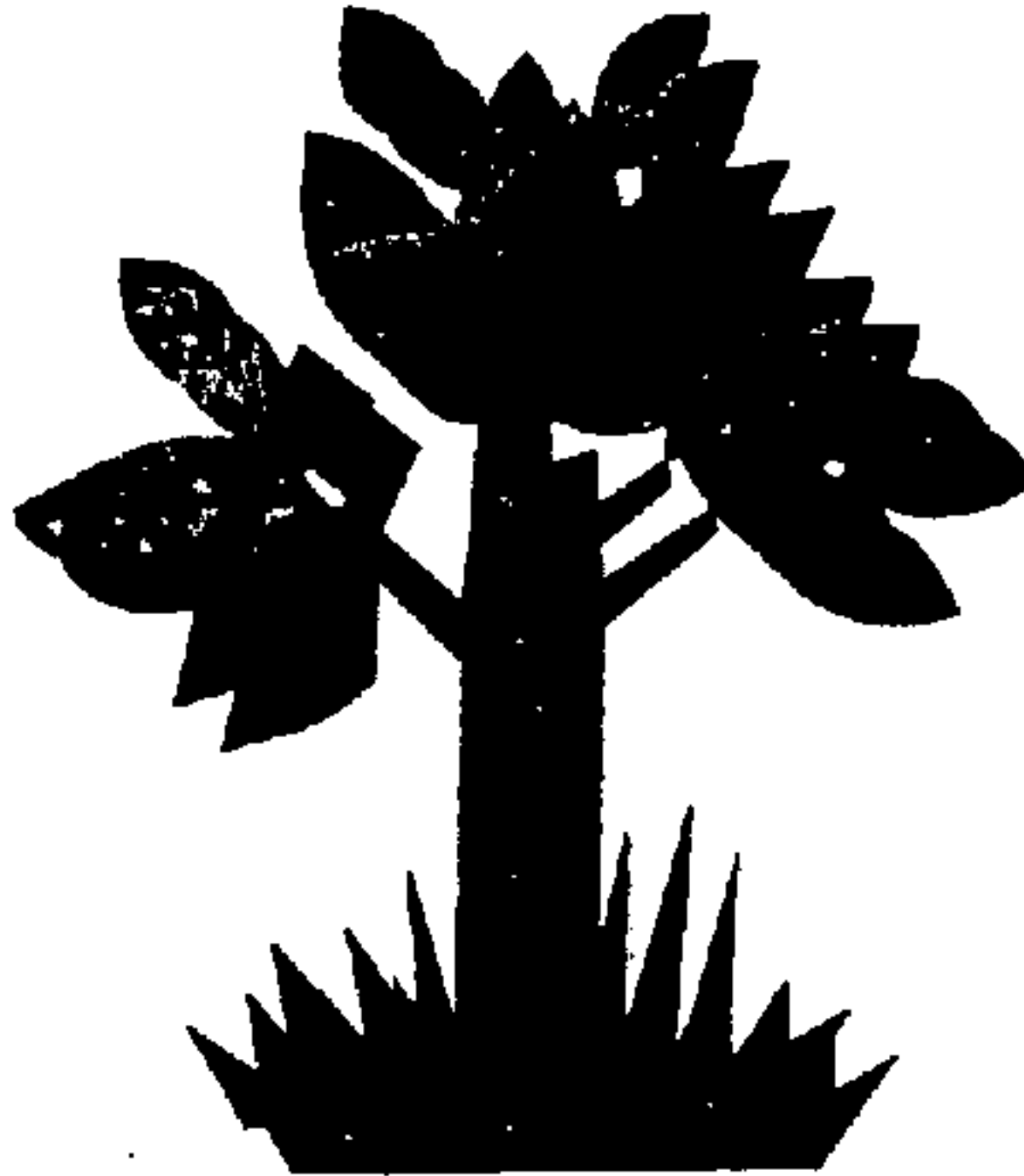
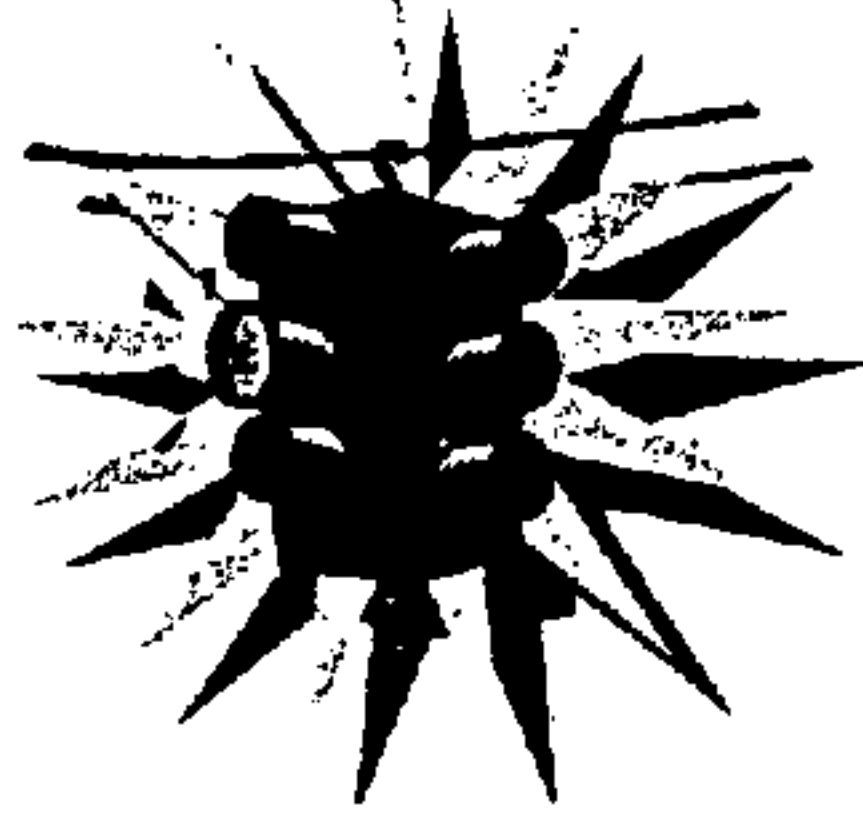
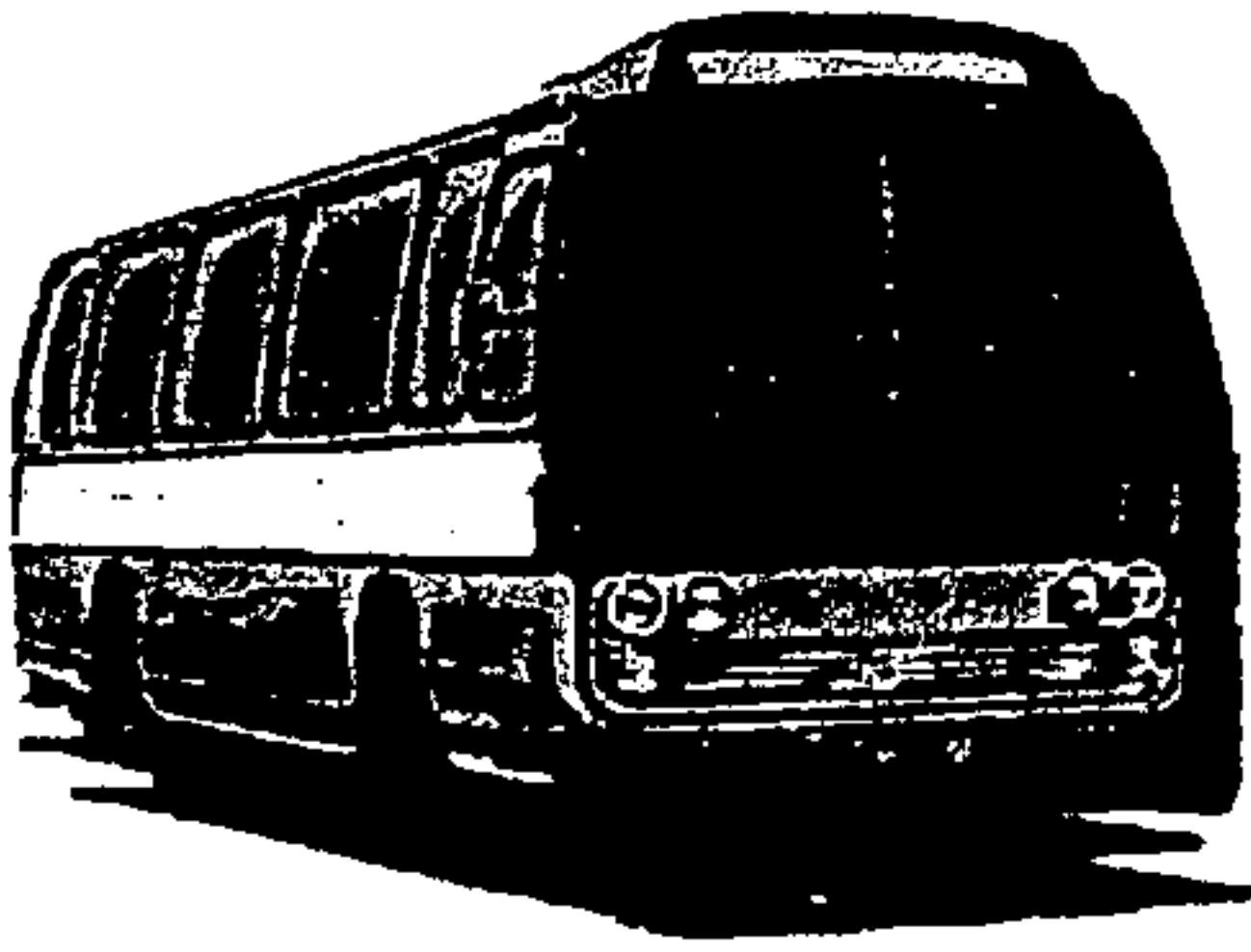
ในปัจจุบันนี้เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นจริงสำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทุกรูป

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

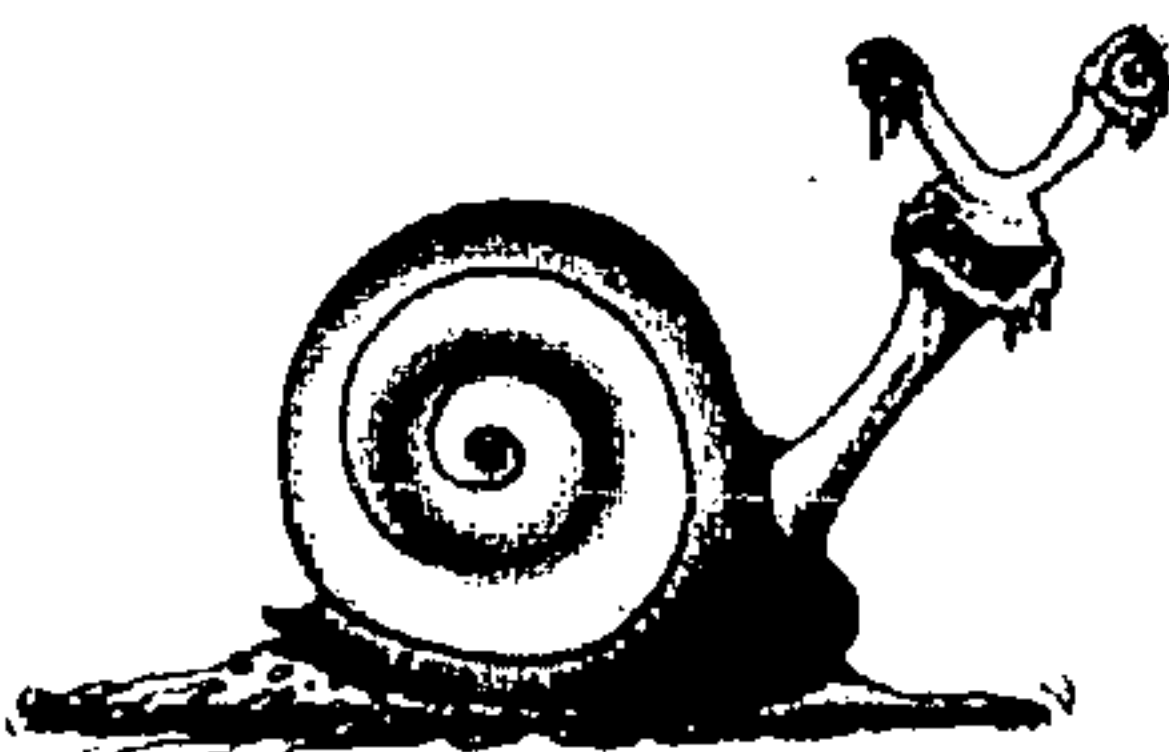
ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับเกี่ยวข้องกับการวัดอย่างไร

เมื่อมองดูสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรานั้น เราพบว่าสิ่งต่างๆ นั้นล้วนมีบางส่วนที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตหรือมีบางส่วนที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เช่น สิ่งที่อยู่ตามธรรมชาติหรือสิ่งที่มีมนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น



ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเป็นทฤษฎีที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งเรามักพบเห็นในชีวิตประจำวันของคนเราอยู่เสมอ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสจึงเป็นทฤษฎีหนึ่งที่เราสามารถใช้หาทราบระยะของความกว้าง ความยาว และความสูงของสิ่งต่างๆ ตลอดจนทำให้เราสามารถหาระยะทางในการเดินทาง ทั้งยังนำไปสู่การทราบพื้นที่ของสิ่งต่างๆ นั้นด้วย โดยอาจทราบเป็นค่าที่แน่ชัด หรือค่าโดยประมาณของสิ่งนั้น



ตอนที่ 2

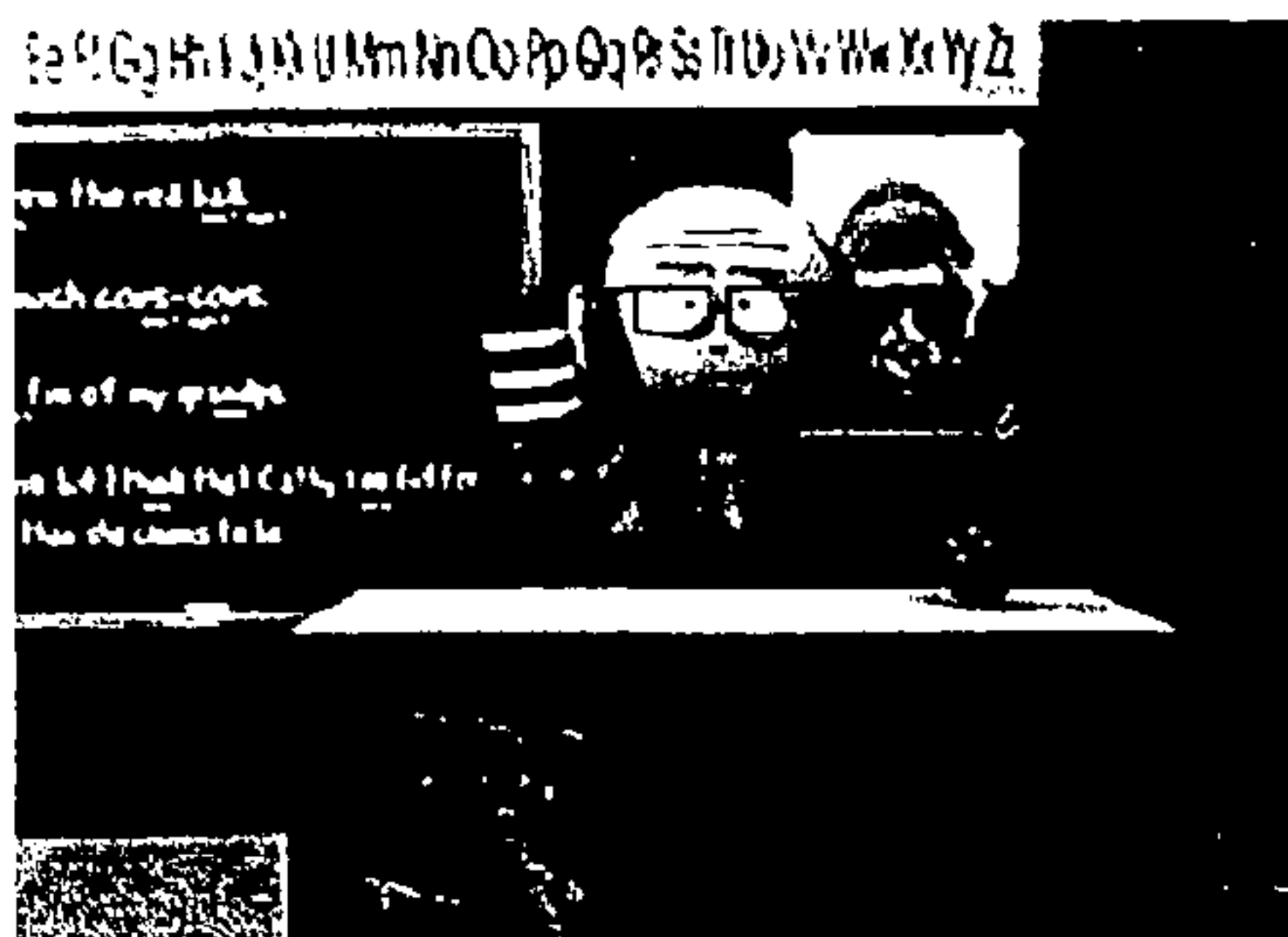
กิจกรรมหลาาคิดกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

ตอนที่ 2 นี้ มีเวลาในการทำ
กิจกรรม



ตอนที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่	เรื่อง	ระดับความพอใจ			เหตุผล
		☆☆☆	☆☆	☆	
1	กีฬา...กีฬา พาสุนัข				
2	สรรค์สร้างงานสร้างสรรค์				



กิจกรรมที่ 1

เรื่อง

กีฬา กีฬา...พาสุนัข

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. หาความยาวของสิ่งต่างๆ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
2. หาระยะทาง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
3. แก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ได้
4. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
5. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับการวัดสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้
6. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
7. มีระเบียบวินัย
8. มีความรับผิดชอบ

เวลา

30 นาที

แนวดำเนินการ

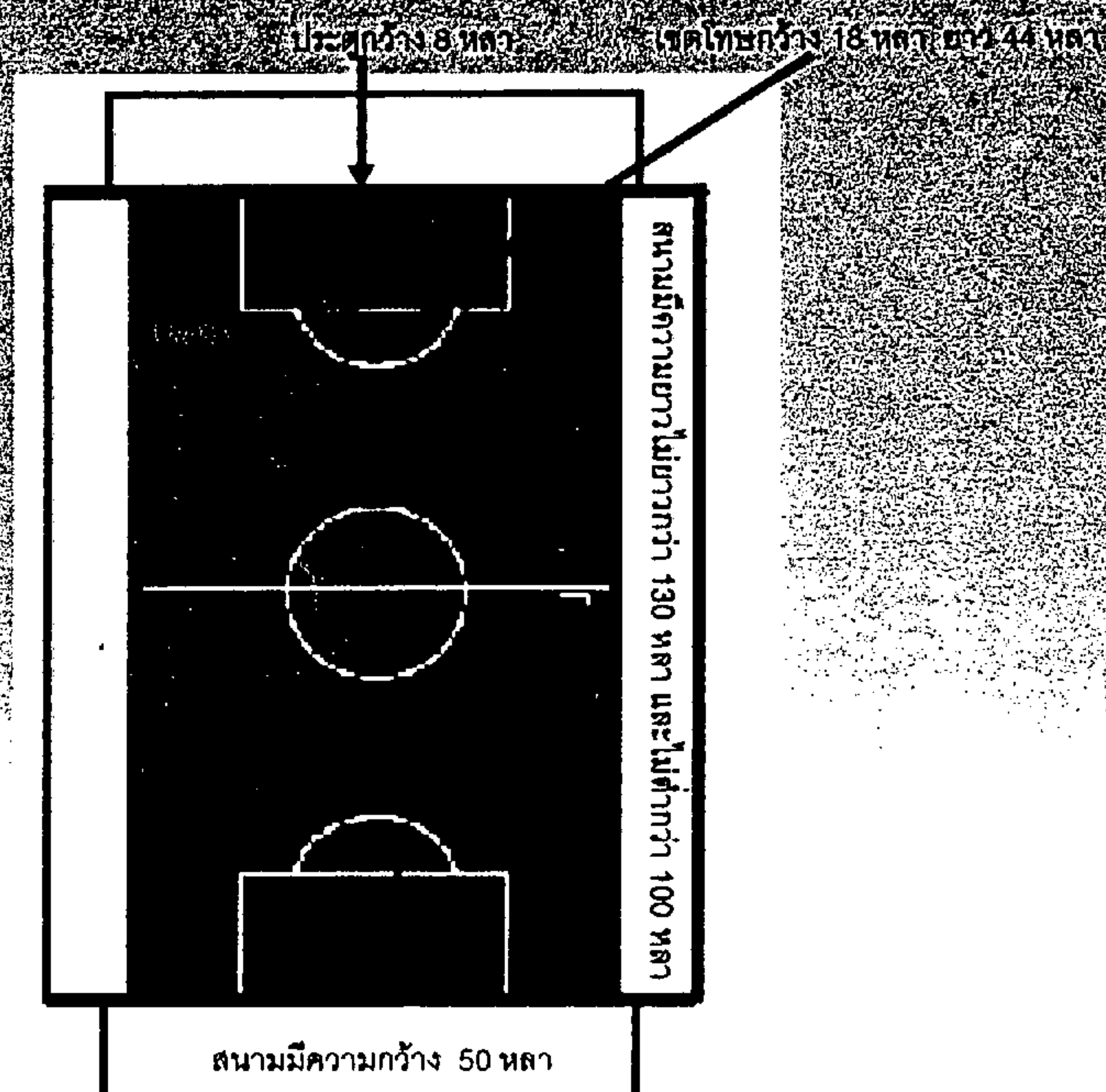
1. ผู้เรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยแบ่งตามระดับความสามารถสูง : ปานกลาง : อ่อน เป็น 1 : 2 : 1
2. แต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ต่าง ๆ ในใบกิจกรรมที่ 1.1 – 1.2 จากนั้นร่วมกันอภิปรายและเขียนแนวคิดในการหาคำตอบของสถานการณ์ต่างๆ
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันออกไปนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน



ใบกิจกรรมที่ 1.2

สถานการณ์

ในการจัดการแข่งขันฟุตบอลระหว่างโรงเรียน นักกีฬาฟุตบอลของแต่ละโรงเรียนต่างพากันฝึกซ้อมอย่างเต็มที่ ผู้ฝึกซ้อมให้นักกีฬาฟุตบอลฝึกยิงประตูในตำแหน่งต่างๆ เพื่อฝึกความแม่นยำในการยิงประตู โดยสนามฟุตบอลมีลักษณะดังต่อไปนี้



ถ้าประตูกว้าง 8 หลา และเขตโทษมีขนาดของ ความกว้างและความยาวเป็น 18 หลา และ 44 หลา ตามลำดับ โดยเสาประตูแต่ละข้างห่างจากเขตโทษข้างละ 18 หลา

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าสนามฟุตบอลแห่งนี้มีความกว้าง 50 หลา และมีเส้นทแยงมุมยาว 130 หลา จงหาว่าสนามฟุตบอลนี้มีความยาวเป็นเท่าไร
2. ถ้านักฟุตบอลยืนอยู่ที่มุมหนึ่งของเส้นเขตโทษเพื่อฝึกยิงประตู นักฟุตบอลจะต้องยิงลูกฟุตบอลเป็นระยะทางเท่าไร เพื่อให้ลูกฟุตบอลเข้าประตู

แนวคิด 2. จะต้องหา.....

[illegible]

กิจกรรมที่ 2

เรื่อง

จุดประสงค์การเรียนรู้

สรรค์สร้างงานสร้างสรรค์

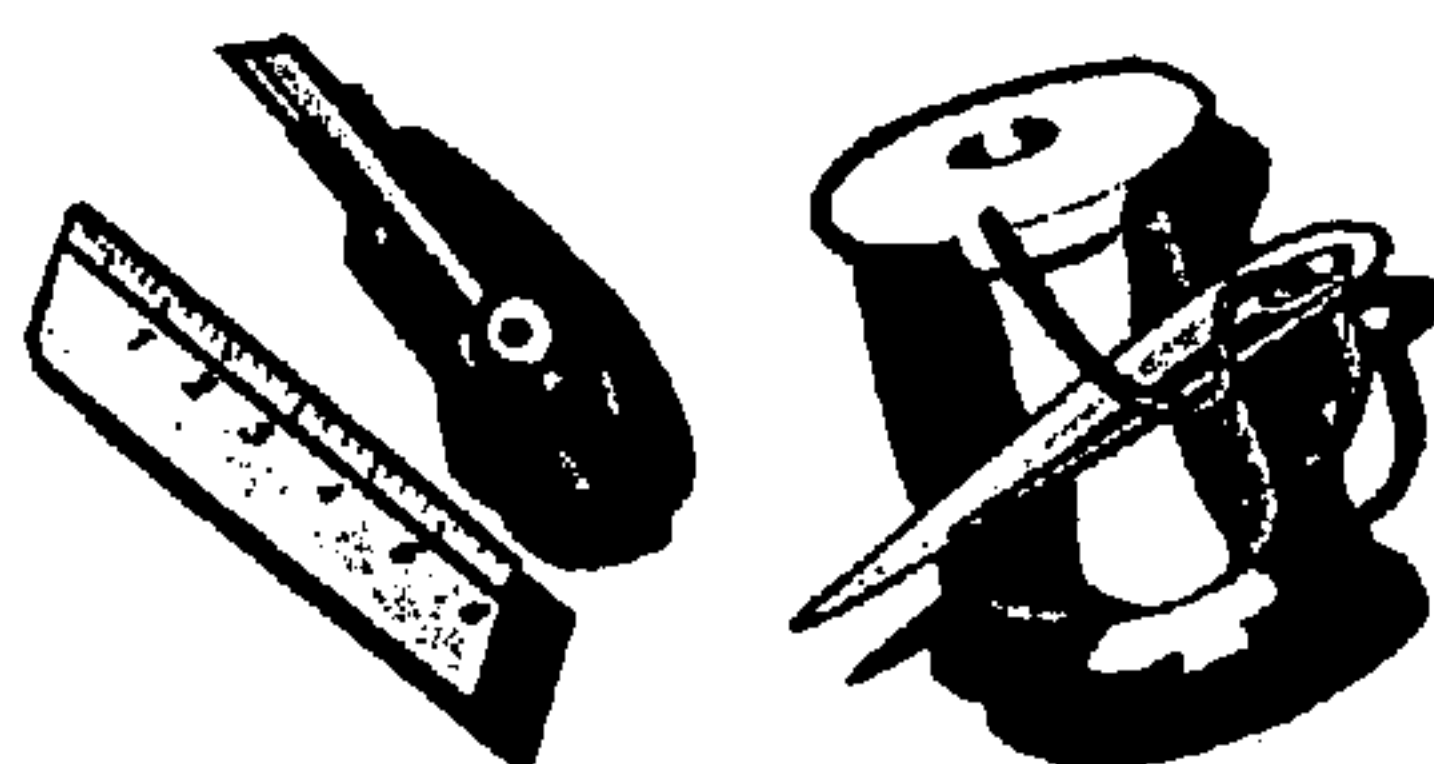
1. หาความยาวของสิ่งต่างๆ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้
2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาพื้นที่ได้
3. แก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ได้
4. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
5. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับการวัดสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้
6. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
7. มีระเบียบวินัย
8. มีความรับผิดชอบ

เวลา

แนวดำเนินการ

30 นาที

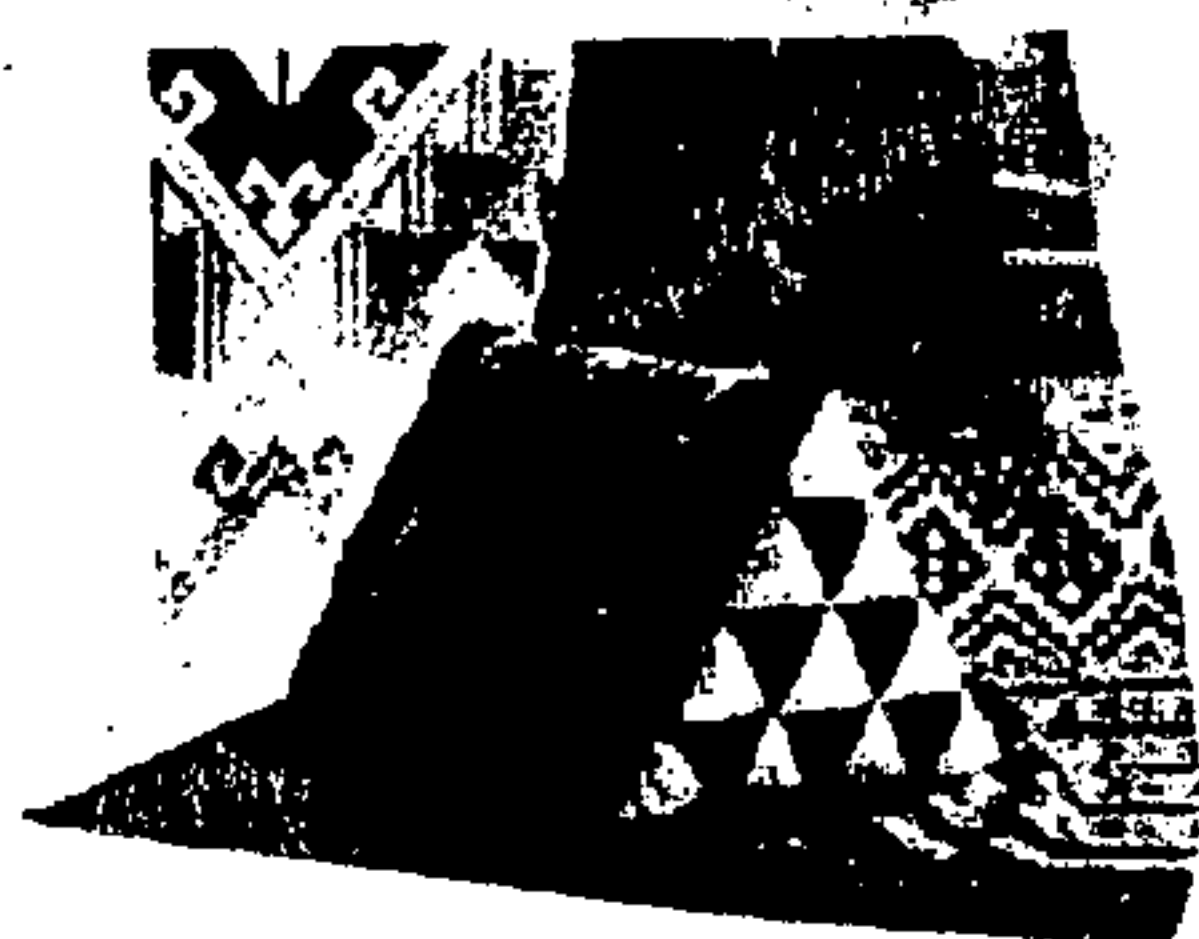
1. ผู้เรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยแบ่งตามระดับความสามารถสูง : ปานกลาง : อ่อน เป็น 1 : 2 : 1
2. แต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 2.1 จากนั้นร่วมกันอภิปรายและเขียนแนวคิดในการหาคำตอบของสถานการณ์ดังกล่าว
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบงานฝีมือในใบกิจกรรมที่ 2.2
4. แต่ละกลุ่มวาดภาพ จากการมองด้านต่างๆ ของสิ่งที่ทำ
5. แต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนแนวคิดในการประมาณปริมาณผ้าที่ใช้ในการตัดเย็บ
6. แต่ละกลุ่มร่วมกันออกไปนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน



ใบกิจกรรมที่ 2.2

สถานการณ์

ให้นักเรียนออกแบบหมอนสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีขนาดกว้าง 18 นิ้ว ยาว 24 นิ้ว และสูง 12 นิ้ว



ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนแนวคิดในการแก้สถานการณ์นี้

แนวคิด

1. ออกแบบหมอนสามเหลี่ยม

2. หมอนสามเหลี่ยมหน้าจั่วในมุมมองต่าง ๆ

2.1 ด้านหน้าและด้านหลัง

2.2 ด้านข้างทั้งสองด้าน

2.3 ด้านล่าง

3. การคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ในการตัดเย็บ

แนวคิด

1. ปริมาณผ้าที่ใช้ทำด้านหน้าและด้านหลัง

This image shows a single sheet of white paper with ten horizontal dotted lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

2. ปริมาณผ้าที่ใช้ทำด้านข้างทั้งสองด้าน

[illegible]

3. ปริมาณน้ำที่ใช้ทำด้านล่าง

This image shows four sets of primary writing lines. Each set is composed of three horizontal lines: a solid top line, a dashed midline, and a solid bottom line. These lines are provided for handwriting practice.

ดังนั้นในการทำหมอนสามเหลี่ยมหน้าจั่วนี้จะต้องใช้ผ้ามากกว่า

ปริมาณผ้าที่ใช้ทำด้านหน้าและด้านหลัง + ด้านข้างทั้งสองด้าน + ด้านล่าง = ...

References

ตอนที่ ๕
แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์
เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 1

เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด

มีเวลา 45 นาที ในการทำคะ



คำชี้แจง นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 1 เรื่อง หลากแนวคิด...พิชิตการวัด จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด จากนั้นร่วมกันอภิปรายการแก้ปัญหาจากการทำแบบทดสอบ โดยให้แต่ละคนนำเสนอแนวการแก้ปัญหาที่มีแนวคิดที่แตกต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : 1. หาคความยาวของสิ่งต่างๆ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้

1. ผ้าพันคอลูกเสือซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมีความยาวฐาน $16\sqrt{2}$ นิ้ว และด้านประกอบมุมยอดยาว 16 นิ้ว จงพิจารณาว่าผ้าพันคอลูกเสือเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

กำหนดให้

จะต้องพิสูจน์ว่า

แนวคิด

จุดประสงค์การเรียนรู้ : 2. ทหารยะทาง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้

2. บ้านหลังหนึ่งสูง 8 เมตร ถ้านำบันไดยาว 10 เมตร มาวางพาดให้พอดีกับหลังคาบ้าน จะต้องวางบันไดห่างจากตัวบ้านเท่าไร

กำหนดให้

จะต้องหา

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน
เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (รายข้อ)
ข้อละ 4 คะแนน

องค์ประกอบการให้คะแนน	คะแนน
1. การวิเคราะห์โจทย์ - ระบุสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง - ระบุสิ่งที่ต้องหา / จะต้องพิสูจน์ถูกต้อง	0.5
2. การแสดงวิธีทำ 2.1 แนวทางการแก้ปัญหาถูกต้องมีการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา 2.2 การแสดงวิธีทำ ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง ครบถ้วน 2.3 การคำนวณถูกต้อง	3 (1) (1) (1)
3. คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน - คำตอบถูกต้อง - หน่วยของคำตอบถูกต้อง	0.5

ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 2

เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
และอัตราส่วนตรีโกณมิติ



ชื่อ.....ชั้น ม.2 /.....เลขที่.....

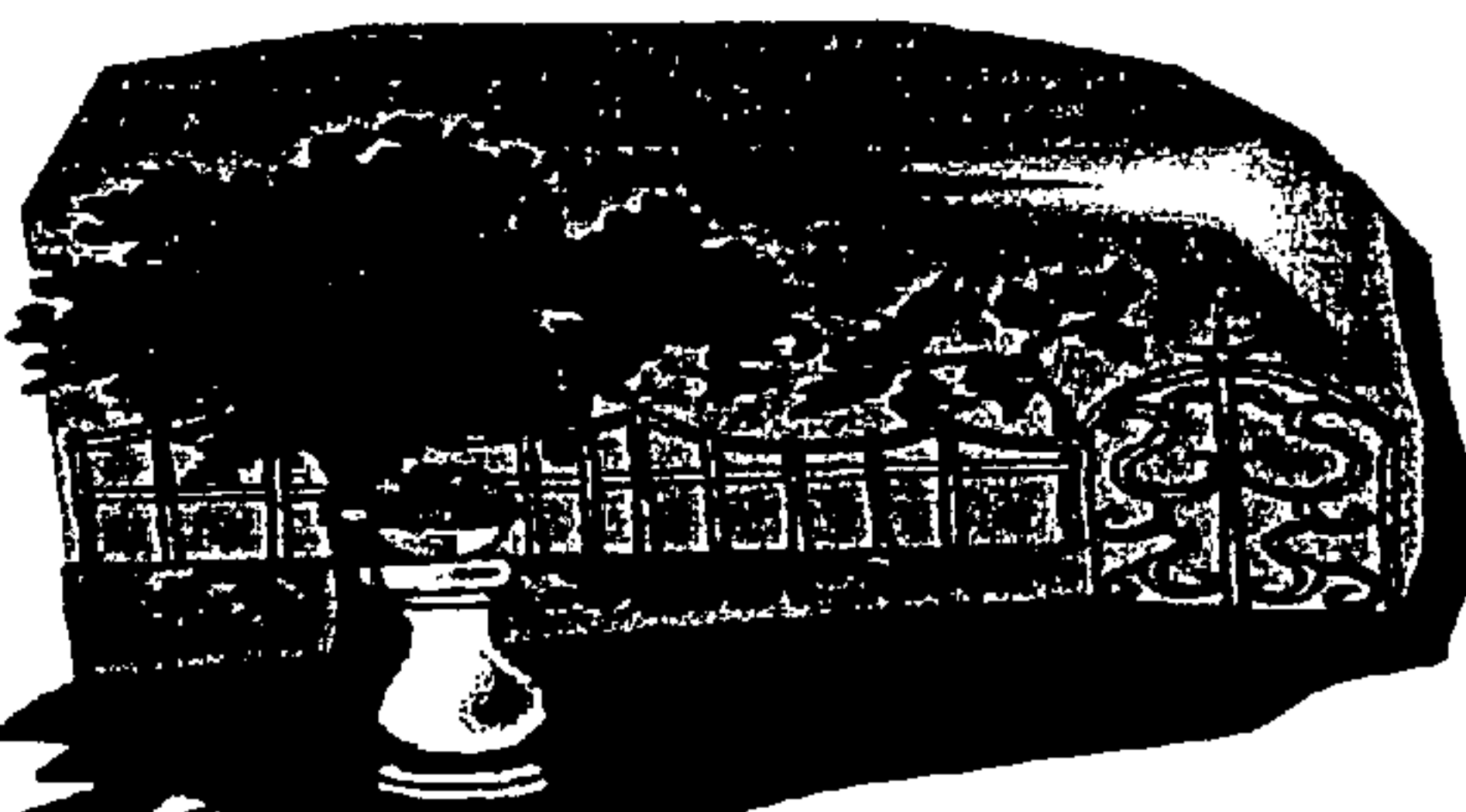
โรงเรียนหนองแค "สรกิจพิทยา" อ. หนองแค จ. สระบุรี

รูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน

เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 2

เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ



คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 มี 3 ตอน

ตอนที่ 1: รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ (15 นาที)

❖ นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ อย่างละเอียด ระหว่างทำกิจกรรมหากนักเรียนคนใดสงสัยให้สอบถามเพื่อนหรือครูได้

ตอนที่ 2: กิจกรรมหลากหลายกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ (60 นาที)

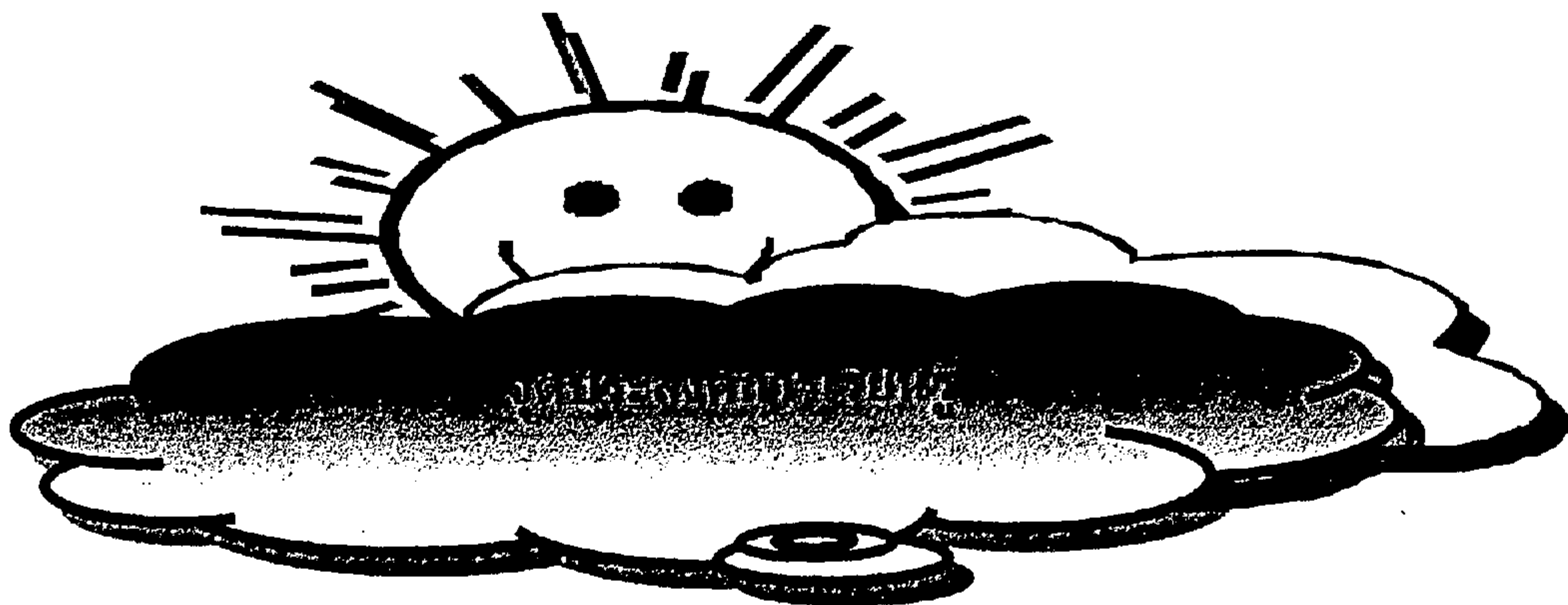
❖ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน เมื่อทำเสร็จแล้วส่งตัวแทน ออกมานำเสนอผลงานของตน ระหว่างทำกิจกรรมหากนักเรียนคนใดสงสัยให้สอบถามเพื่อนหรือครูได้

ตอนที่ 3: แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ (45 นาที)

❖ นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ

❖ นักเรียนร่วมกันอภิปรายการแก้ปัญหาจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 2 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยให้แต่ละคนนำเสนอแนวการแก้ปัญหาที่มีแนวคิดแตกต่างกัน



ด้านความรู้

1. ได้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. แก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
2. ได้เห็นผลประกอบการตัดสินใจได้
3. เชื่อมโยงความรู้เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้
4. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับและอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความรับผิดชอบ



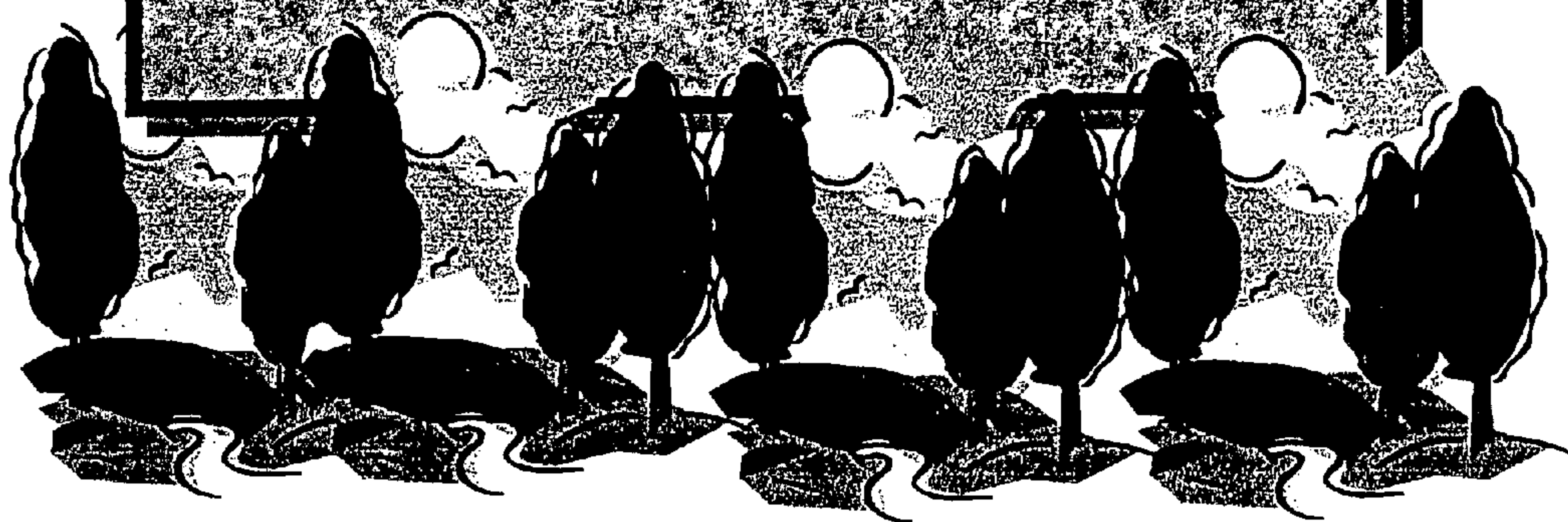


สื่อการเรียนรู

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง
ระดับที่ 2 เรื่อง ร้อย ร้อย ร้อย กับความคล้ายและอัตราส่วน
ตรีโกณมิติ
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. หนังสืออ่านเพิ่มเติม

แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด



บทเรียนที่ 1

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ใช้เวลาในการศึกษาตอนที่ 1 นี้ 15 นาที

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

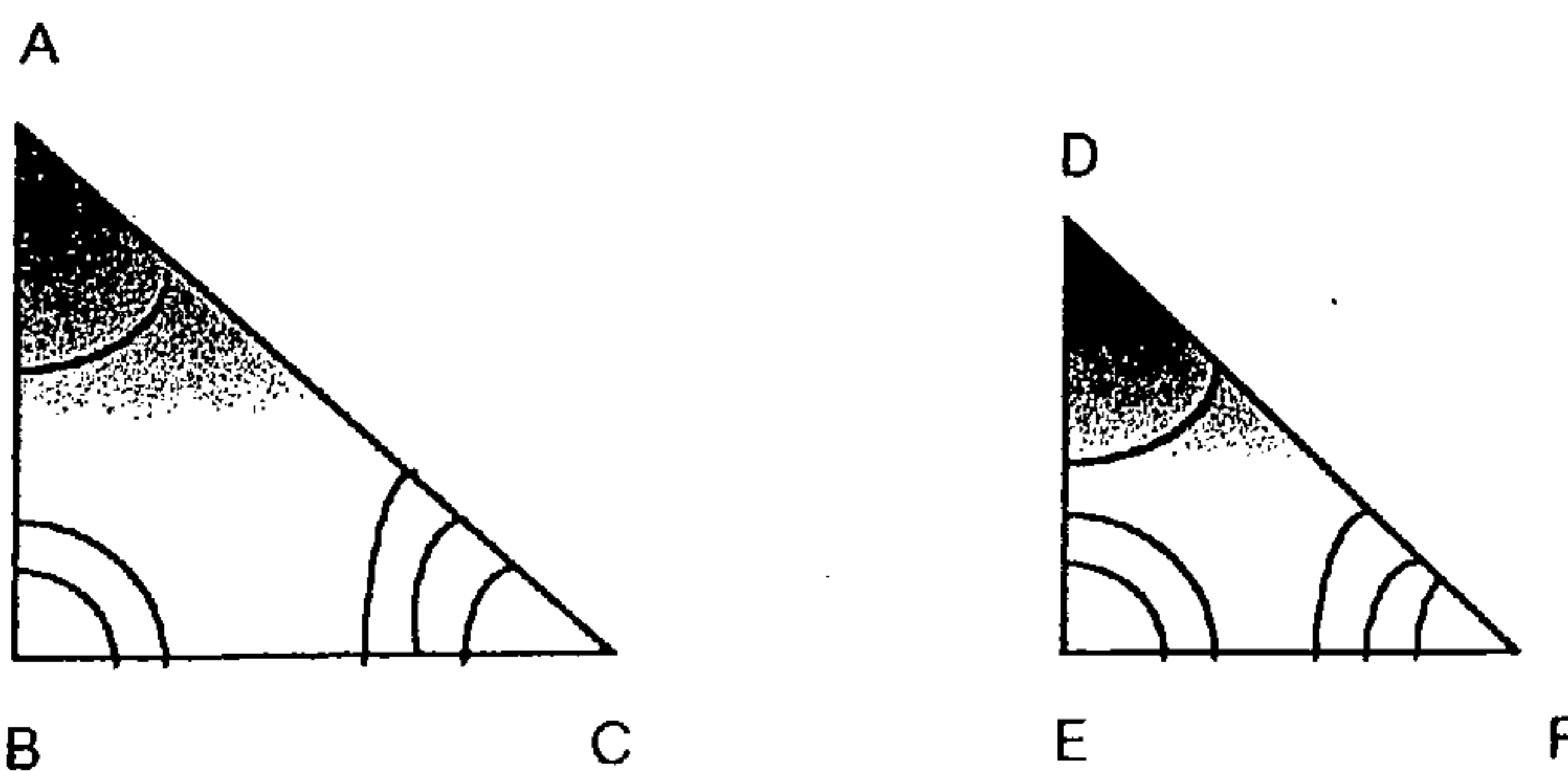
ในชีวิตประจำวัน เรามักพบว่าสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรานั้น บางครั้งอาจเป็นสิ่งที่มีความคล้ายกัน คือมีลักษณะแบบเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากัน เช่น

- รูปภาพที่เกิดจากอัด หรือขยายภาพ
- การย่อหรือขยายเอกสาร



บทนิยาม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่ เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

จากบทนิยามให้รูป $\triangle ABC$ กับ $\triangle DEF$ เป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่ ดังรูป



จะเห็นว่ารูปสามเหลี่ยมทั้งสองเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีรูปร่างแบบเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกประการ

จากรูป $\triangle ABC$ คล้ายกับ $\triangle DEF$

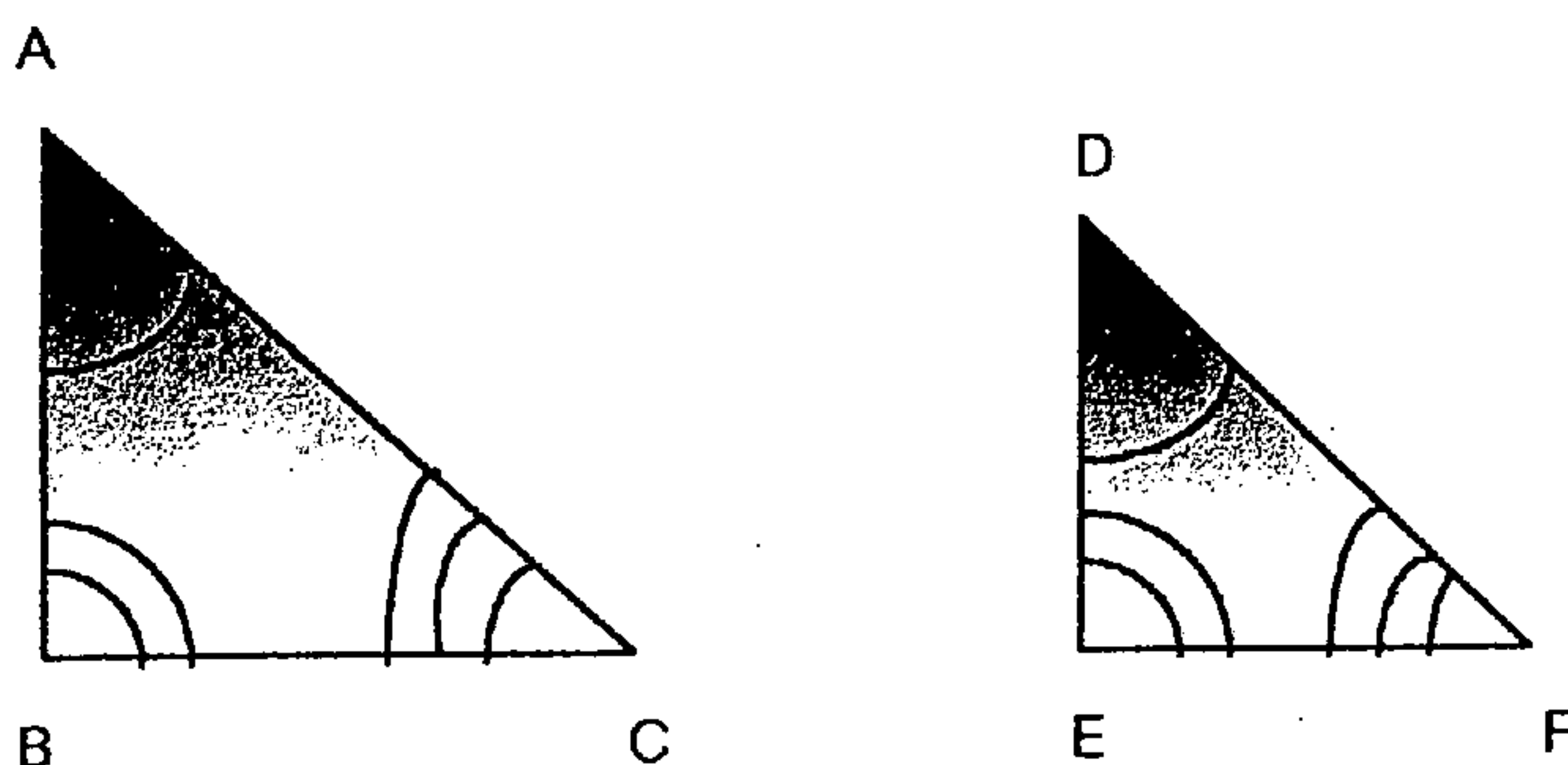
เราใช้สัญลักษณ์ $\sim$ แทนคำว่า “คล้ายกับ”

ดังนั้นจึงเขียน $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ แทนข้อความว่า $\triangle ABC$ คล้ายกับ $\triangle DEF$

การใช้สัญลักษณ์ $\sim$ นี้ มักนิยมเขียนจุดยอดมุมของรูปสามเหลี่ยมคู่ที่มีขนาดของมุมเท่ากันไว้ในตำแหน่งเดียวกัน เช่น

ถ้าเขียน $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ หมายความว่า $\hat{A} = \hat{D}$, $\hat{B} = \hat{E}$ และ $\hat{C} = \hat{F}$

จากนิยามของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เมื่อเราจับคู่ด้านของรูปสามเหลี่ยมทั้งสอง เราจะพบว่ารูปสามเหลี่ยมทั้งสองมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันจะเท่ากัน หรืออาจกล่าวได้ว่ารูปสามเหลี่ยมทั้งสองมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน
ดังนี้



จากรูป $\triangle ABC \sim \triangle DEF$

จะได้ว่า $\overline{AB}$ สมนัยกับ $\overline{DE}$ (อยู่ตรงข้ามกับมุมที่เท่ากัน คือ $\hat{C} = \hat{F}$)
 $\overline{BC}$ สมนัยกับ $\overline{EF}$ (อยู่ตรงข้ามกับมุมที่เท่ากัน คือ $\hat{A} = \hat{D}$)
 $\overline{AC}$ สมนัยกับ $\overline{DF}$ (อยู่ตรงข้ามกับมุมที่เท่ากัน คือ $\hat{B} = \hat{E}$)

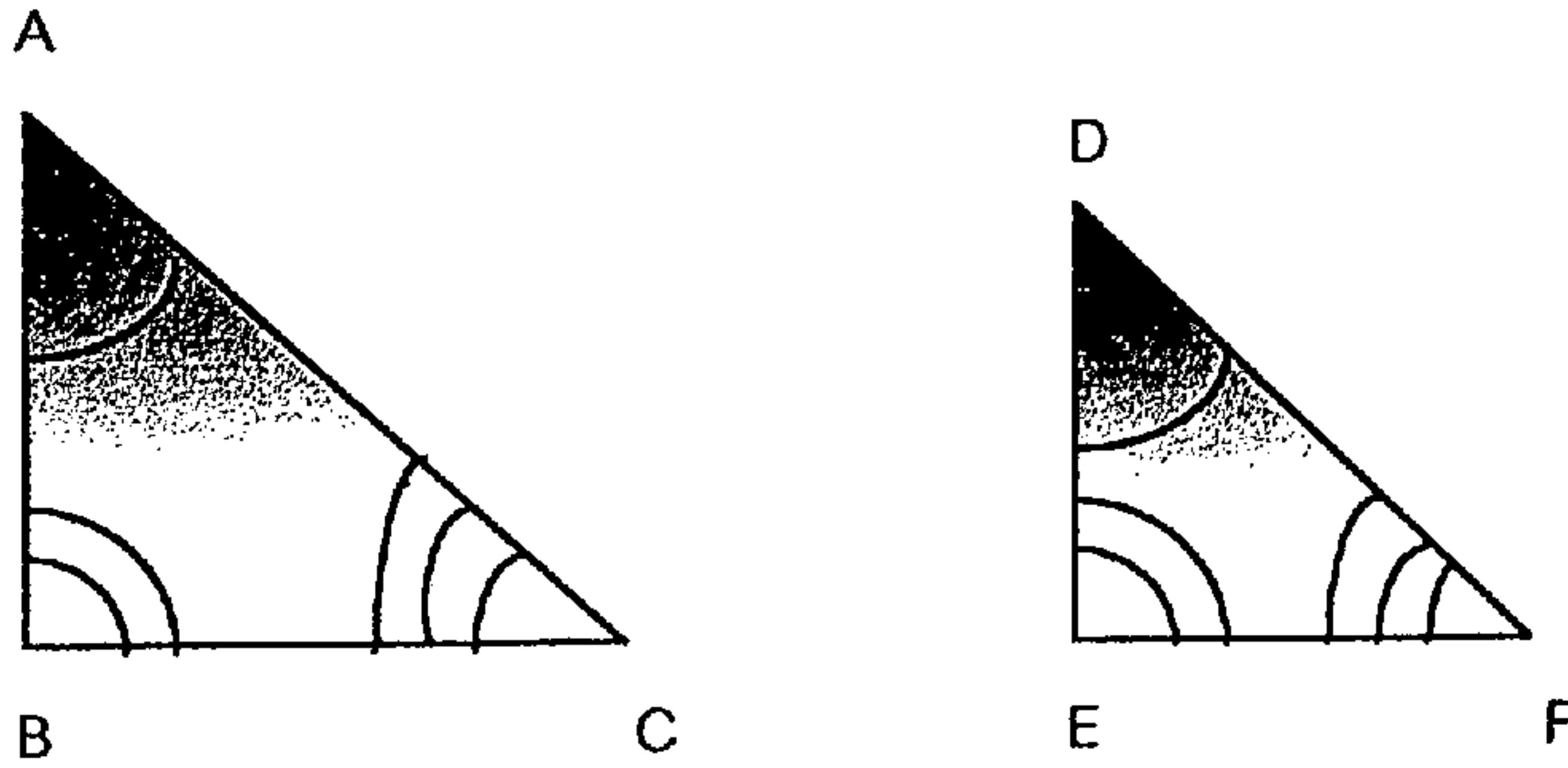
ดังนั้น จะได้ว่า $\triangle ABC$ และ $\triangle DEF$ มีด้านคู่ที่สมนัยกันสามคู่

นั่นคือ $\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$ หรือ $\frac{DE}{AB} = \frac{EF}{BC} = \frac{DF}{AC}$



อัตราส่วนตรีโกณมิติ

เมื่อพิจารณารูป $\triangle ABC$ กับ $\triangle DEF$ ซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน



จะได้ว่า $\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$

เมื่อนำมาพิจารณาทีละคู่ จะได้ว่า

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} \Rightarrow \frac{AB}{BC} = \frac{DE}{EF}$$

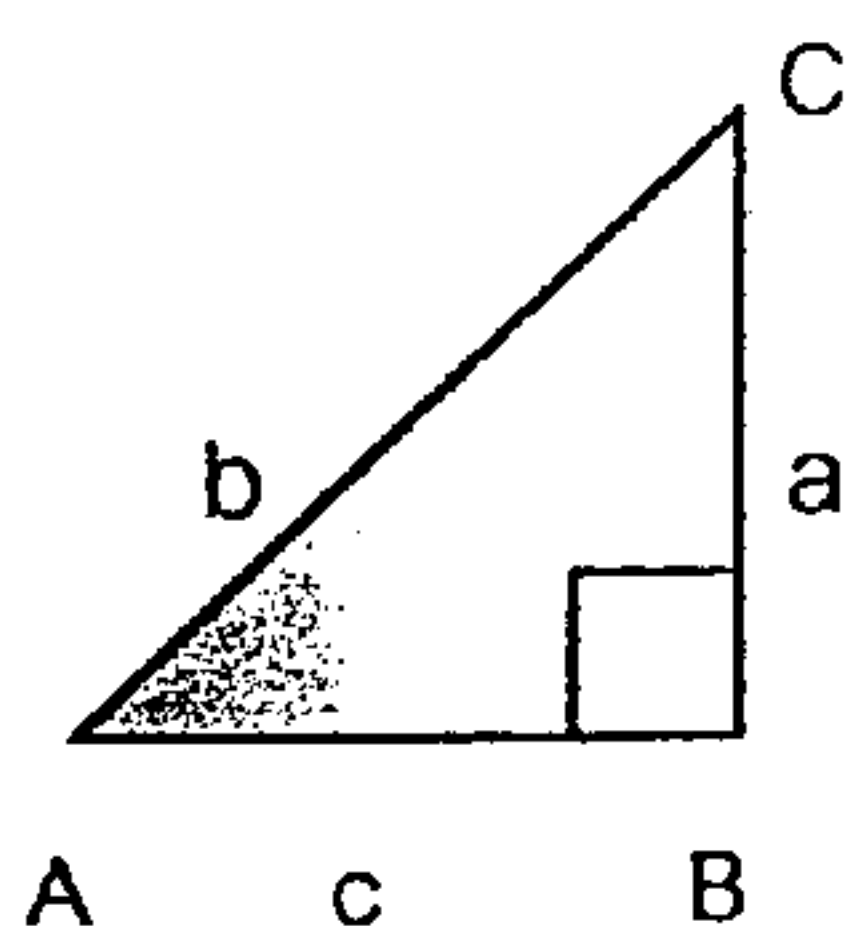
$$\frac{AB}{DE} = \frac{AC}{DF} \Rightarrow \frac{AB}{AC} = \frac{DE}{DF}$$

$$\frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF} \Rightarrow \frac{BC}{AC} = \frac{EF}{DF}$$

สรุปได้ว่า $\frac{AB}{BC} = \frac{DE}{EF}$, $\frac{AB}{AC} = \frac{DE}{DF}$, $\frac{BC}{AC} = \frac{EF}{DF}$



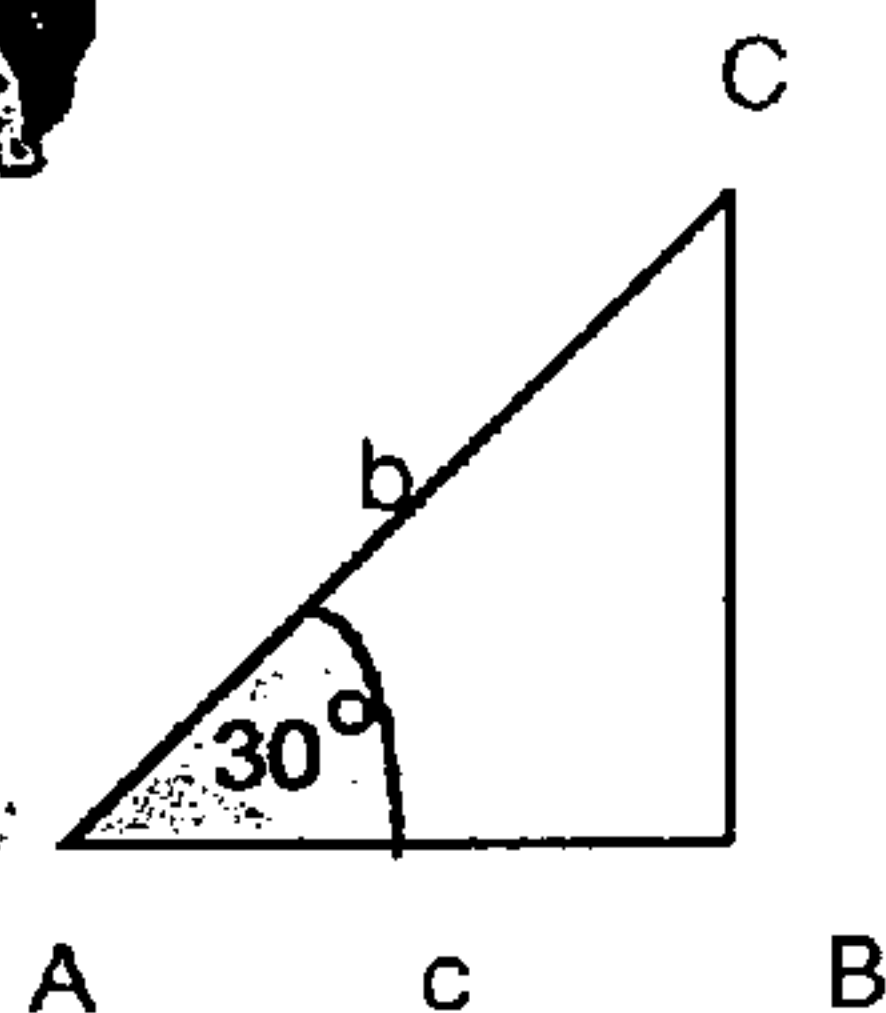
พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC โดยมี $\angle C$ เป็นมุมฉาก ดังรูป



จากรูป ให้ a แทน ความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่มีขนาดเท่ากับมุม A
 b แทน ความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมฉาก
 c แทน ความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่มีขนาดเท่ากับมุม C

ให้นักเรียนสร้างรูป $\triangle DEF$ ให้คล้ายกับ $\triangle ABC$

ดังรูป



รูป $\triangle DEF$



รูป $\triangle DEF$

จงตอบคำถามต่อไปนี้



อัตราส่วน $\frac{a}{b}$ ของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปเป็นเท่าไร และเท่ากันหรือไม่



อัตราส่วน $\frac{a}{c}$ ของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปเป็นเท่าไร และเท่ากันหรือไม่



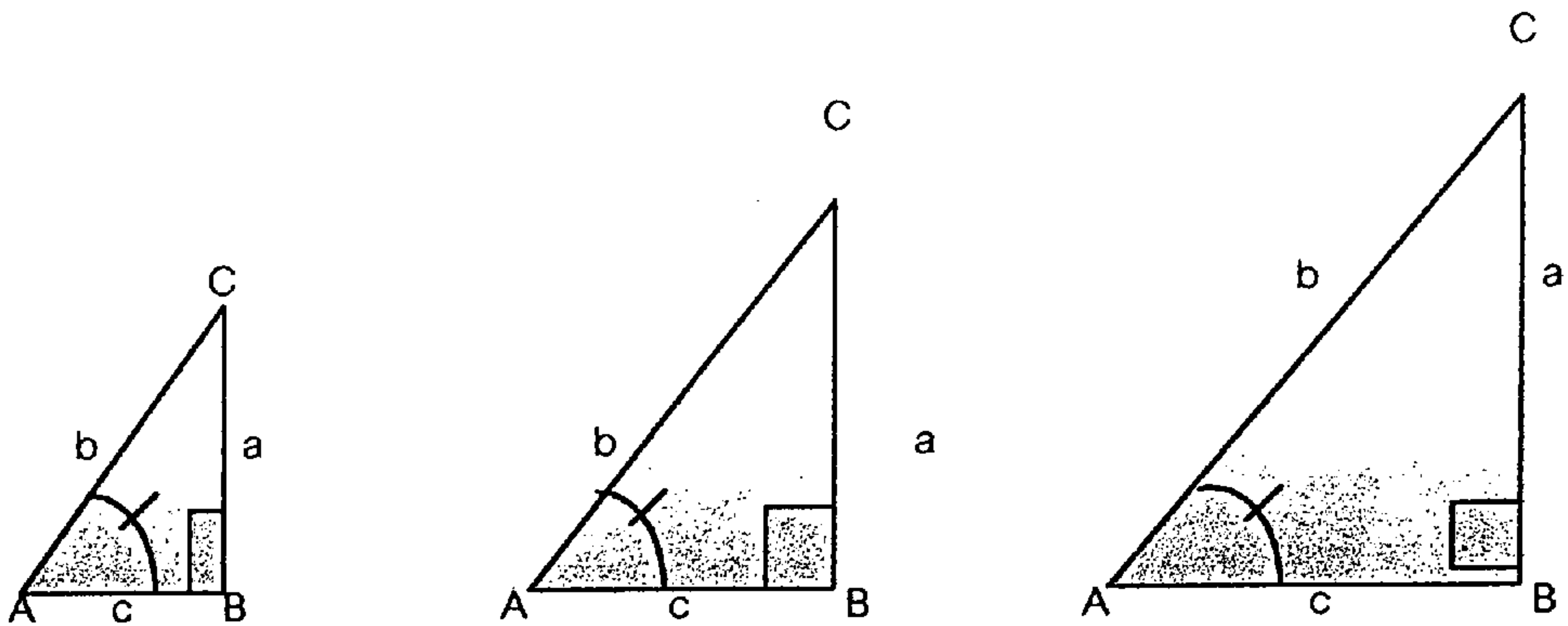
อัตราส่วน $\frac{c}{b}$ ของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปเป็นเท่าไร และเท่ากันหรือไม่

จากการตอบคำถามข้างต้น สรุปได้ดังนี้

ถ้า A เป็นมุมแหลมมุมหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก อัตราส่วนของความยาวของด้านตรงข้ามมุม A ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากจะมีค่าคงที่เสมอ

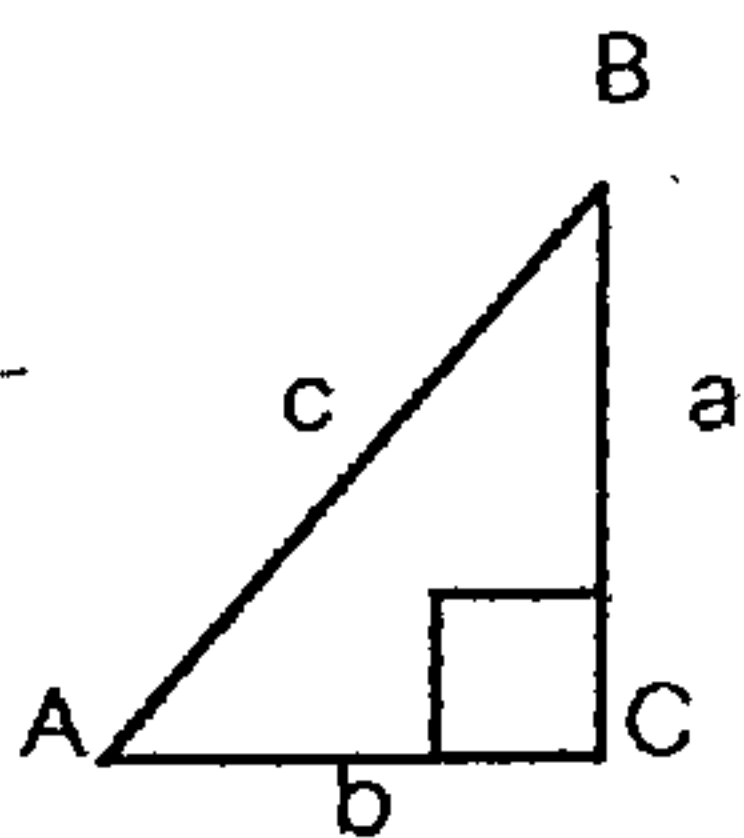
ทั้งนี้เพราะไม่ว่าจะสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้มีขนาดเท่าไรก็ตามถ้ามุม A มีขนาดคงที่ แล้วจะได้รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันเสมอ

จากสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ถ้า ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ที่มีมุม A คงที่
เช่น



จะได้ว่า $\frac{a}{b}$, $\frac{a}{c}$ และ $\frac{c}{b}$ มีค่าคงที่

โดยอัตราส่วนที่คงที่แต่ละอัตราส่วนจะมีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของมุม A ซึ่งอัตราส่วนทั้งสาม
ดังกล่าวมีชื่อเรียกดังนี้



เรียก $\frac{BC}{AB}$ หรือ $\frac{a}{c}$ ว่าไซน์ (sine) ของมุม A
 $\frac{AC}{AB}$ หรือ $\frac{b}{c}$ ว่าโคไซน์ (cosine) ของมุม A
 $\frac{BC}{AC}$ หรือ $\frac{a}{b}$ ว่าแทนเจนต์ (tangent) ของมุม A

โดย $\frac{AB}{AC}$ คือ ด้านตรงข้ามมุมฉาก
 $\frac{AC}{AB}$ คือ ด้านประชิดมุม A
 $\frac{BC}{AC}$ คือ ด้านตรงข้ามมุม A

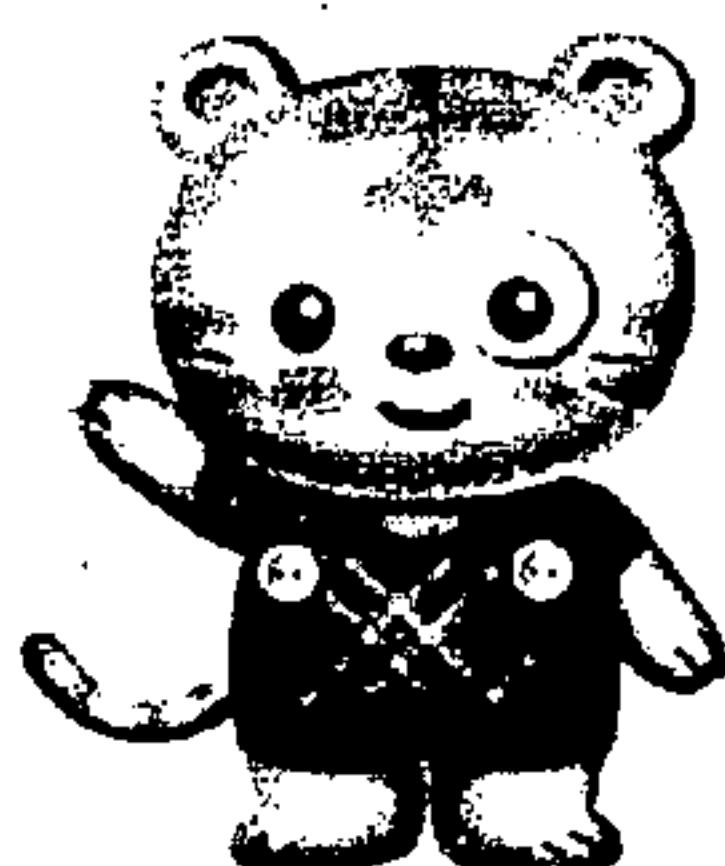
อาจให้นิยามของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ ได้ดังนี้



ไซน์ของมุม A ($\sin A$)	คือ	$\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$
โคไซน์ของมุม A ($\cos A$)	คือ	$\frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$
แทนเจนต์ของมุม A ($\tan A$)	คือ	$\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}$

ตอนที่ 2

กิจกรรมหลากคิดกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ



ตอนที่ 2 นี้ มีเวลาในการทำ
กิจกรรม

ตอนที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่	เรื่อง	ระดับความพอใจ			เหตุผล
		★ ★ ★	★ ★	★	
1	พี่น้องต่างวัย				
2	อัตราส่วนตรีโกณมิติ...น่ารู้				



กิจกรรมที่ 1

เรื่อง

พี่น้องต่างวัย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้ทักษะบทบาทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้
2. แก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ได้
3. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
4. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้
5. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
6. มีระเบียบวินัย
7. มีความรับผิดชอบ

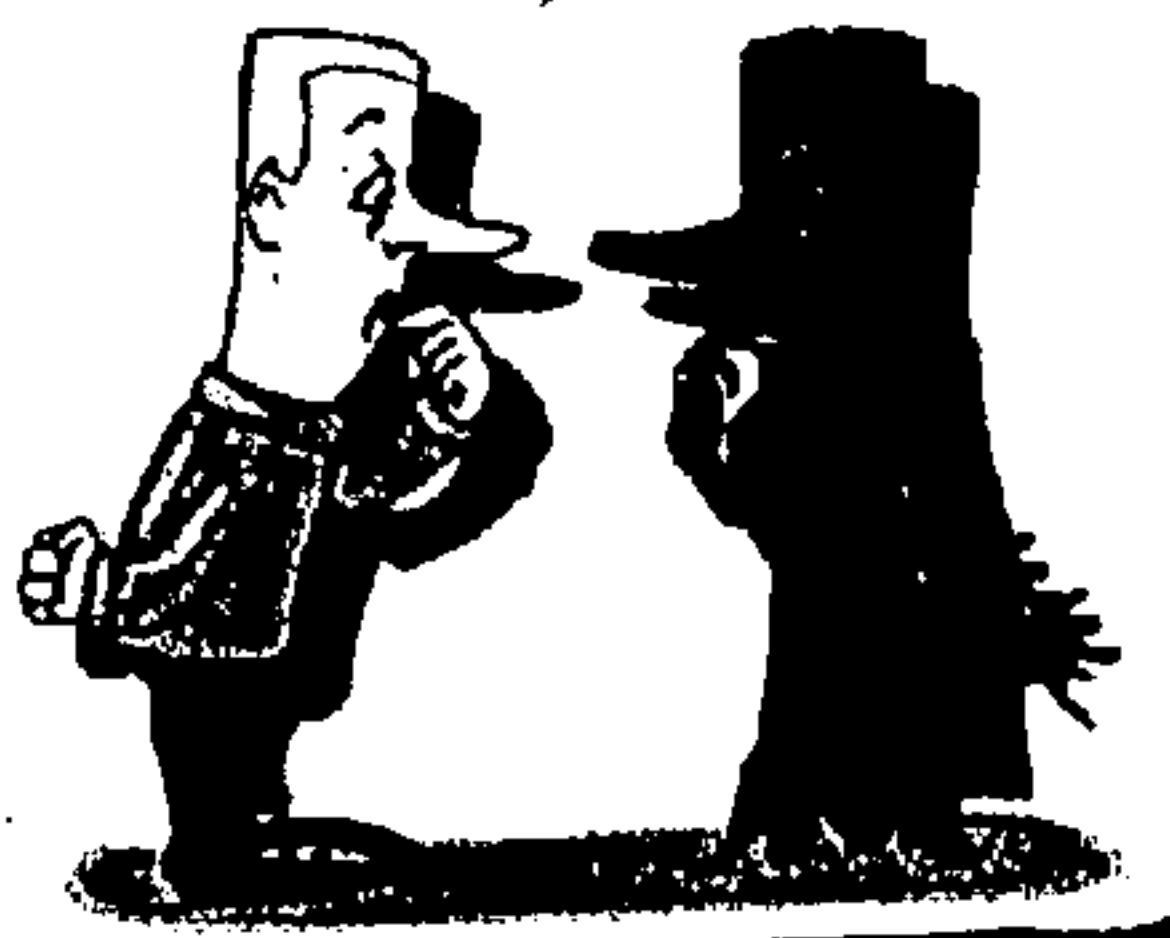
เวลา

30 นาที

แนวดำเนินการ

1. ผู้เรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยแบ่งตามระดับความสามารถสูง : ปานกลาง : อ่อน เป็น 1 : 2 : 1
2. แต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1.1 – 1.2
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันออกไปนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

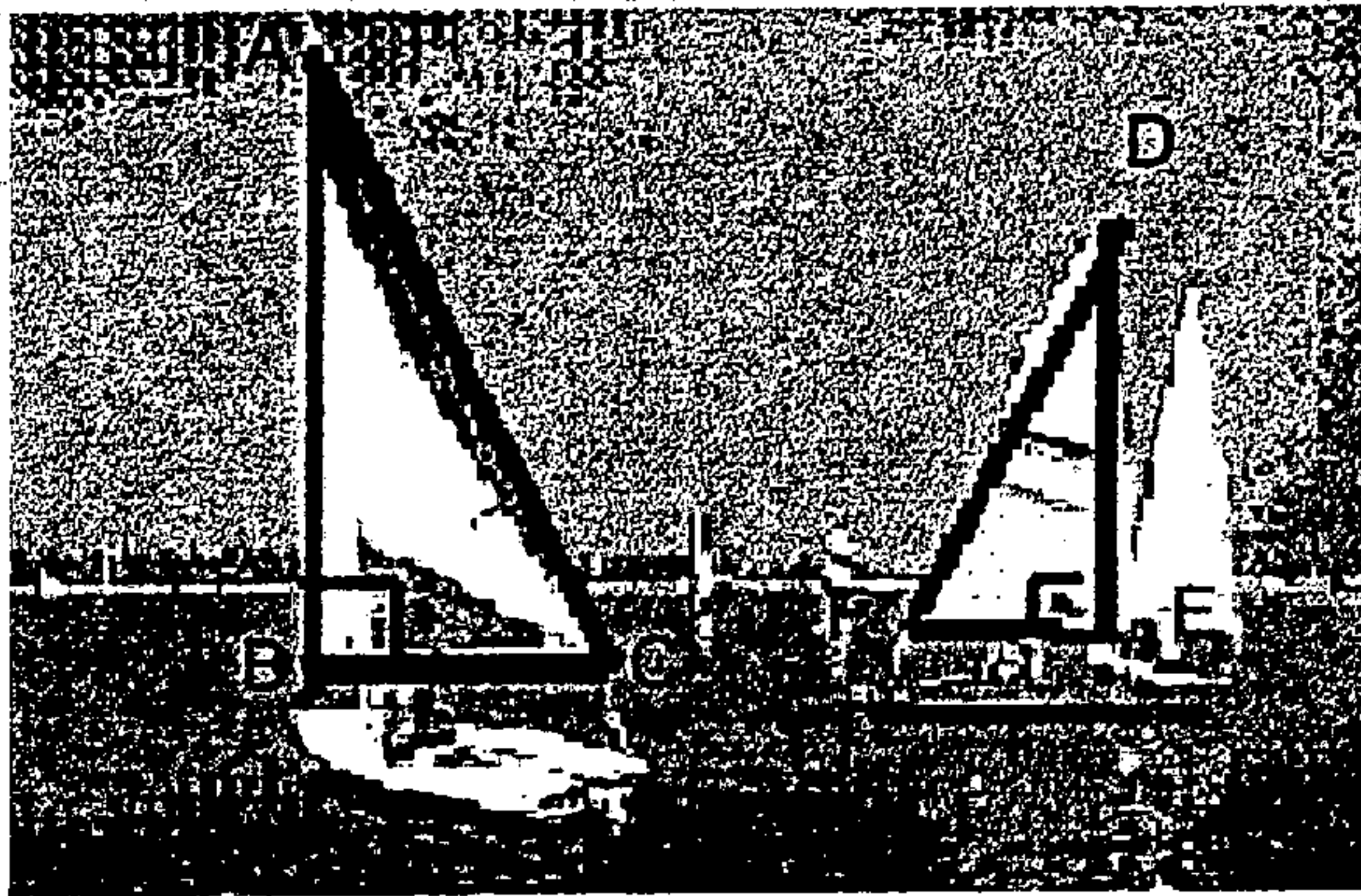
เราทั้งสองคล้ายกันหรือเปล่านะ



แยกจากรวมที่ 1.1

สถานการณ์

พิจารณารูป $\triangle ABC$ และรูป $\triangle DEF$ ซึ่งมี $\hat{ABC}$ และ $\hat{DEF}$ เป็นมุมฉาก



ถ้า $AB = 24$ หน่วย $BC = 10$ หน่วย และ $AC = 26$ หน่วย

และ $DE = 12$ หน่วย และ $EF = 5$ หน่วย

จงพิจารณาว่า รูป $\triangle ABC$ และรูป $\triangle DEF$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันหรือไม่

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนแนวคิดในการแก้สถานการณ์นี้

กำหนดให้

.....

.....

จะต้องหา

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

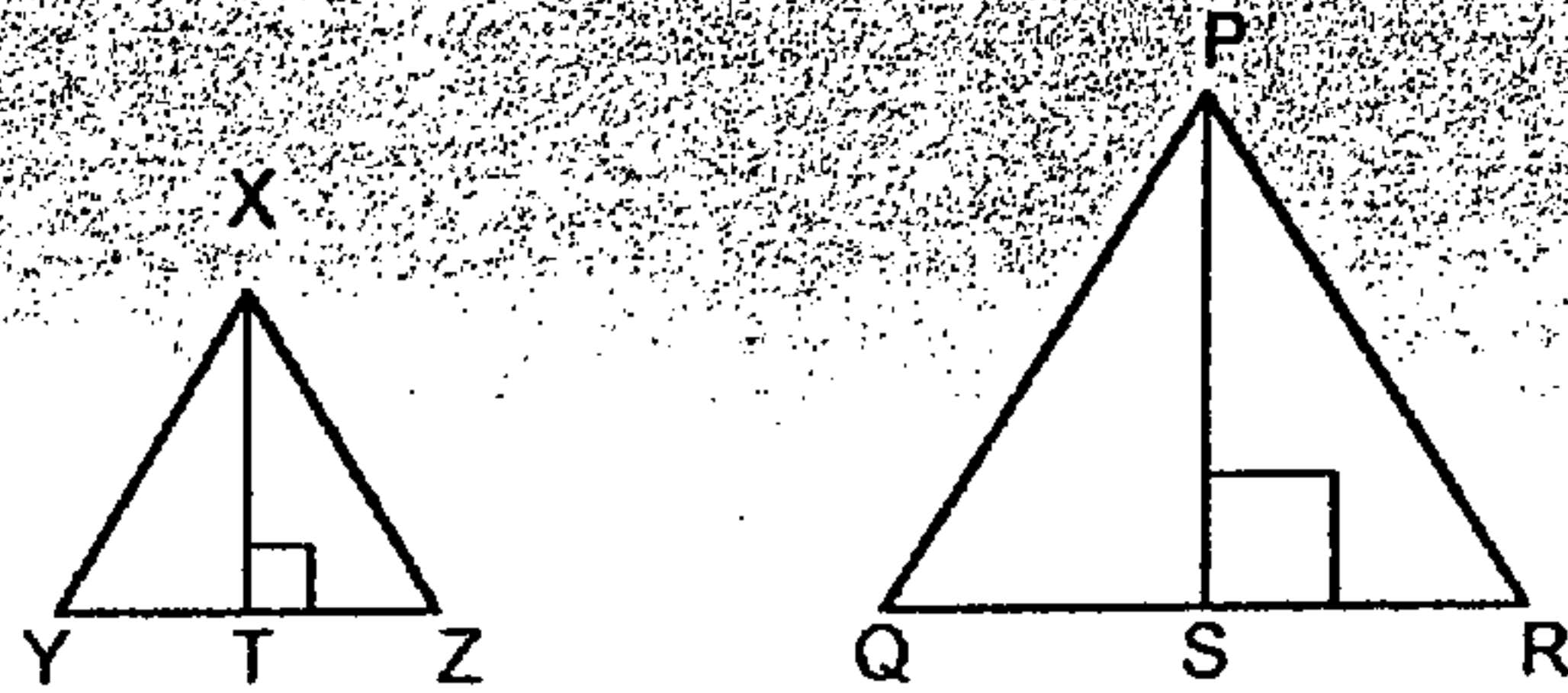
.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1.2

สถานการณ์

กำหนดให้รูป $\triangle XYZ$ และ $\triangle PQR$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่คล้ายกัน



จากรูป $\triangle XYZ$ มี $YZ = 7$ หน่วย

และรูป $\triangle PQR$ มี $\overline{PS} \perp \overline{QR}$ ที่จุด S โดย $PS = 24$ หน่วย ,

$QS = SR = 7$ หน่วย

จงหาความยาวของ $\overline{XZ}$

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนแนวคิดในการแก้สถานการณ์นี้

กำหนดให้

.....

จะต้องหา

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2

เรื่อง

อัตราส่วนตรีโกณมิติ...น่ารู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้
2. แก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ได้
3. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
4. เชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ กับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
5. ทำงานได้อย่างเป็นระบบ รอบคอบ
6. มีระเบียบวินัย
7. มีความรับผิดชอบ

เวลา

30 นาที

แนวดำเนินการ

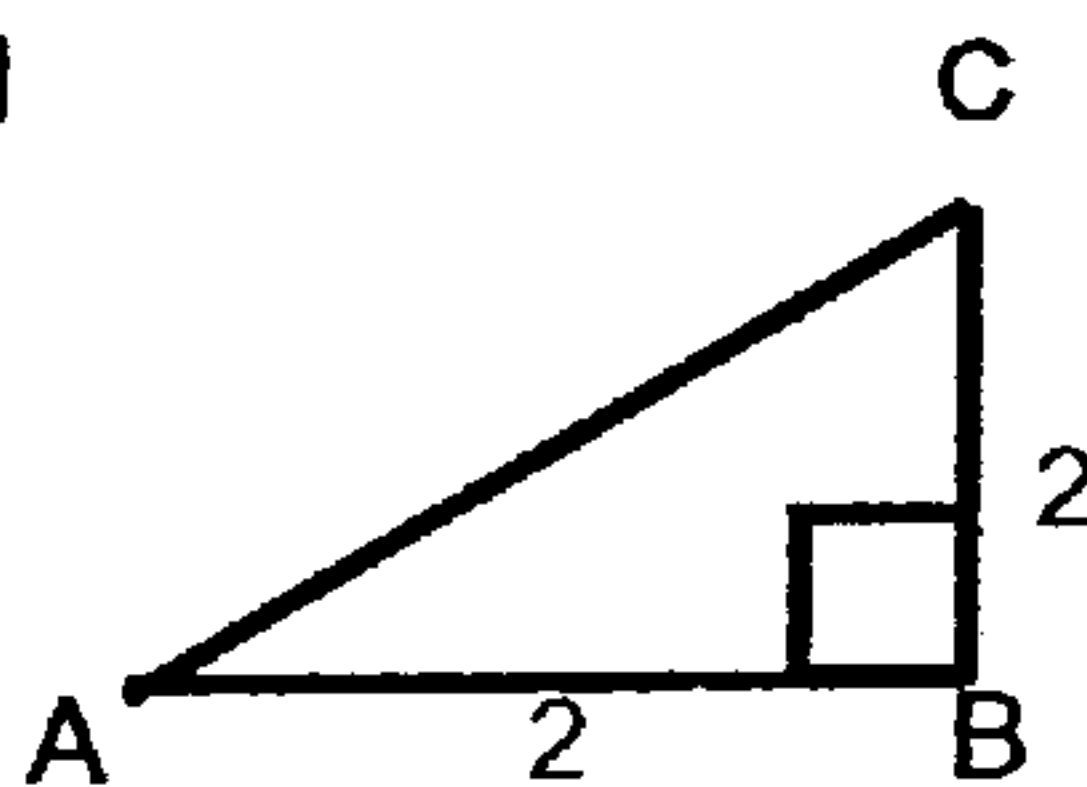
1. ผู้เรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยแบ่งตามระดับความสามารถสูง : ปานกลาง : อ่อน เป็น 1 : 2 : 1
2. แต่ละกลุ่มศึกษาไปความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 2.1 – 2.2
4. แต่ละกลุ่มร่วมกันออกไปนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน



ប្រតិទិនឆ្នាំ ២០២៤

สถานการณ์

กำหนดให้รูป $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี $\hat{A}BC$ เป็นมุมฉาก
และมีความยาวของแต่ละด้าน ดังรูป C



จงหา $\sin A$, $\cos A$ และ $\tan A$

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนแนวคิดในการแก้สถานการณ์นี้

กำหนดให้

จะต้องหา

แนวคิด

.....

.....*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ប្រការទី២៖ ២:២



6-34-74-61

FOR INFORMATION: NOT FOR DISSEMINATION

จงหา $\cos P$ และ $\tan P$

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนแนวคิดในการแก้สถานการณ์นี้

กำหนดให้

จะต้องหา

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

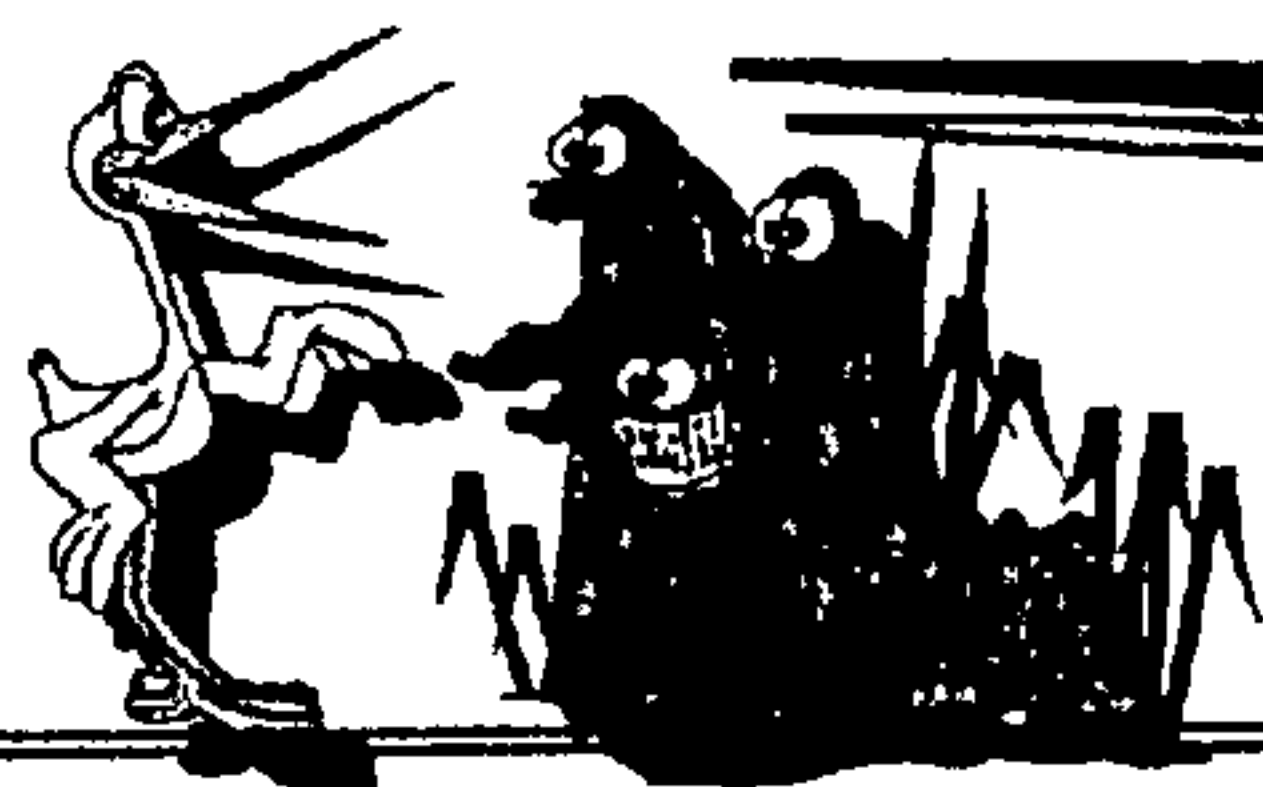
.....

ตอนที่ 6

แบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

ชุดที่ 2

เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ



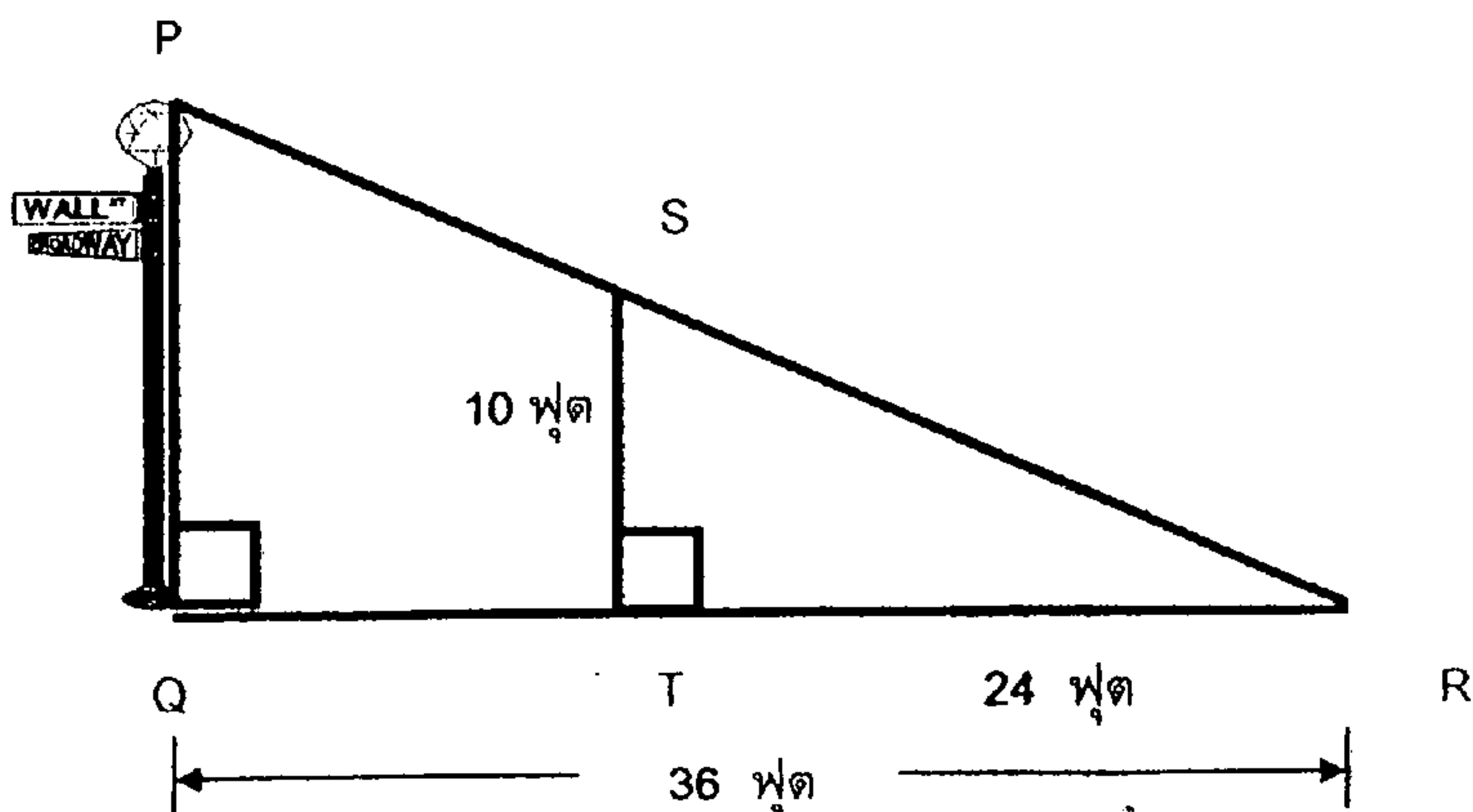
มีเวลา 45 นาที ในการทำจะ

คำชี้แจง

นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยประจำชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ชุดที่ 3 เรื่อง ร่วมรู้ ร่วมคิด...กับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันและอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด จากนั้นร่วมกันอภิปรายการแก้ปัญหาจากการทำแบบทดสอบ โดยให้แต่ละคนนำเสนอแนวการแก้ปัญหาที่มีแนวคิดที่แตกต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : 1. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการหาความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมได้

1. จงหาระยะห่างระหว่างจุด P และจุด R



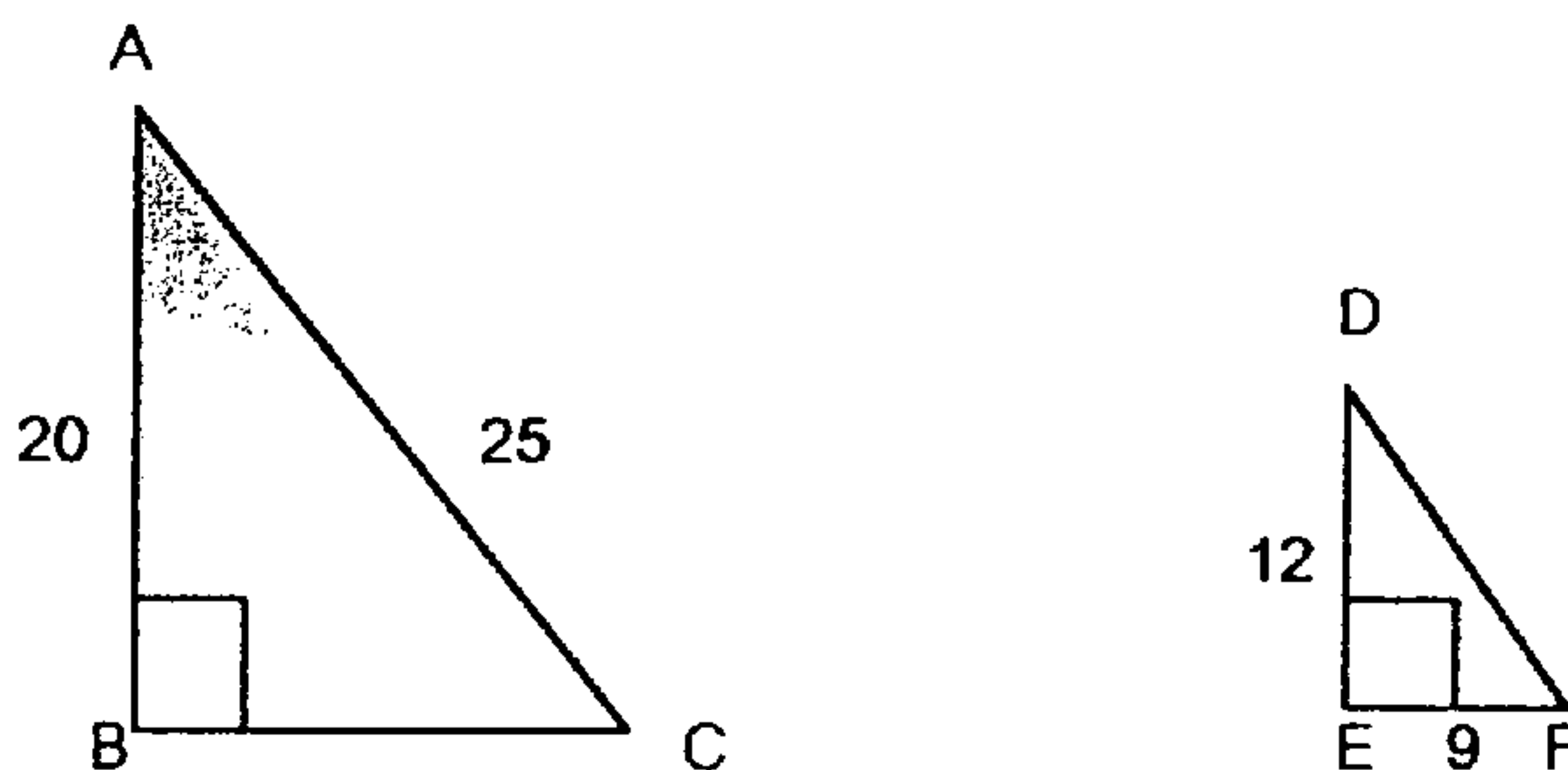
กำหนดให้

จะต้งหา

แนวคิด

[illegible]

2. กำหนดให้ รูป $\triangle ABC$ และรูป $\triangle DEF$ มี $\widehat{ABC}$ และ $\widehat{DEF}$ เป็นมุมฉาก และความยาวของแต่ละด้านเป็นดังนี้



จงพิจารณาว่ารูป $\triangle ABC$ และรูป $\triangle DEF$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันหรือไม่

กำหนดให้

จะต้องหา

แนวคิด

1. Introduction

2. Background

3. Methodology

4. Results

5. Conclusion

6. References

7. Appendix

8. Index

9. Glossary

10. Summary

11. Notes

12. Footnotes

13. Tables

14. Figures

15. References

16. Appendix

17. Index

18. Glossary

19. Summary

20. Notes

21. Footnotes

22. Tables

23. Figures

24. References

25. Appendix

26. Index

27. Glossary

28. Summary

29. Notes

30. Footnotes

31. Tables

32. Figures

33. References

34. Appendix

35. Index

36. Glossary

37. Summary

38. Notes

39. Footnotes

40. Tables

41. Figures

42. References

43. Appendix

44. Index

45. Glossary

46. Summary

47. Notes

48. Footnotes

49. Tables

50. Figures

51. References

52. Appendix

53. Index

54. Glossary

55. Summary

56. Notes

57. Footnotes

58. Tables

59. Figures

60. References

61. Appendix

62. Index

63. Glossary

64. Summary

65. Notes

66. Footnotes

67. Tables

68. Figures

69. References

70. Appendix

71. Index

72. Glossary

73. Summary

74. Notes

75. Footnotes

76. Tables

77. Figures

78. References

79. Appendix

80. Index

81. Glossary

82. Summary

83. Notes

84. Footnotes

85. Tables

86. Figures

87. References

88. Appendix

89. Index

90. Glossary

91. Summary

92. Notes

93. Footnotes

94. Tables

95. Figures

96. References

97. Appendix

98. Index

99. Glossary

100. Summary

101. Notes

102. Footnotes

103. Tables

104. Figures

105. References

106. Appendix

107. Index

108. Glossary

109. Summary

110. Notes

111. Footnotes

112. Tables

113. Figures

114. References

115. Appendix

116. Index

117. Glossary

118. Summary

119. Notes

120. Footnotes

121. Tables

122. Figures

123. References

124. Appendix

125. Index

126. Glossary

127. Summary

128. Notes

129. Footnotes

130. Tables

131. Figures

132. References

133. Appendix

134. Index

135. Glossary

136. Summary

137. Notes

138. Footnotes

139. Tables

140. Figures

141. References

142. Appendix

143. Index

144. Glossary

145. Summary

146. Notes

147. Footnotes

148. Tables

149. Figures

150. References

151. Appendix

152. Index

153. Glossary

154. Summary

155. Notes

156. Footnotes

157. Tables

158. Figures

159. References

160. Appendix

161. Index

162. Glossary

163. Summary

164. Notes

165. Footnotes

166. Tables

167. Figures

168. References

169. Appendix

170. Index

171. Glossary

172. Summary

173. Notes

174. Footnotes

175. Tables

176. Figures

177. References

178. Appendix

179. Index

180. Glossary

181. Summary

182. Notes

183. Footnotes

184. Tables

185. Figures

186. References

187. Appendix

188. Index

189. Glossary

190. Summary

191. Notes

192. Footnotes

193. Tables

194. Figures

195. References

196. Appendix

197. Index

198. Glossary

199. Summary

200. Notes

201. Footnotes

202. Tables

203. Figures

204. References

205. Appendix

206. Index

207. Glossary

208. Summary

209. Notes

210. Footnotes

211. Tables

212. Figures

213. References

214. Appendix

215. Index

216. Glossary

217. Summary

218. Notes

219. Footnotes

220. Tables

221. Figures

222. References

223. Appendix

224. Index

225. Glossary

226. Summary

227. Notes

228. Footnotes

229. Tables

230. Figures

231. References

232. Appendix

233. Index

234. Glossary

235. Summary

236. Notes

237. Footnotes

238. Tables

239. Figures

240. References

241. Appendix

242. Index

243. Glossary

244. Summary

245. Notes

246. Footnotes

247. Tables

248. Figures

249. References

250. Appendix

251. Index

252. Glossary

253. Summary

254. Notes

255. Footnotes

256. Tables

257. Figures

258. References

259. Appendix

260. Index

261. Glossary

262. Summary

263. Notes

264. Footnotes

265. Tables

266. Figures

267. References

268. Appendix

269. Index

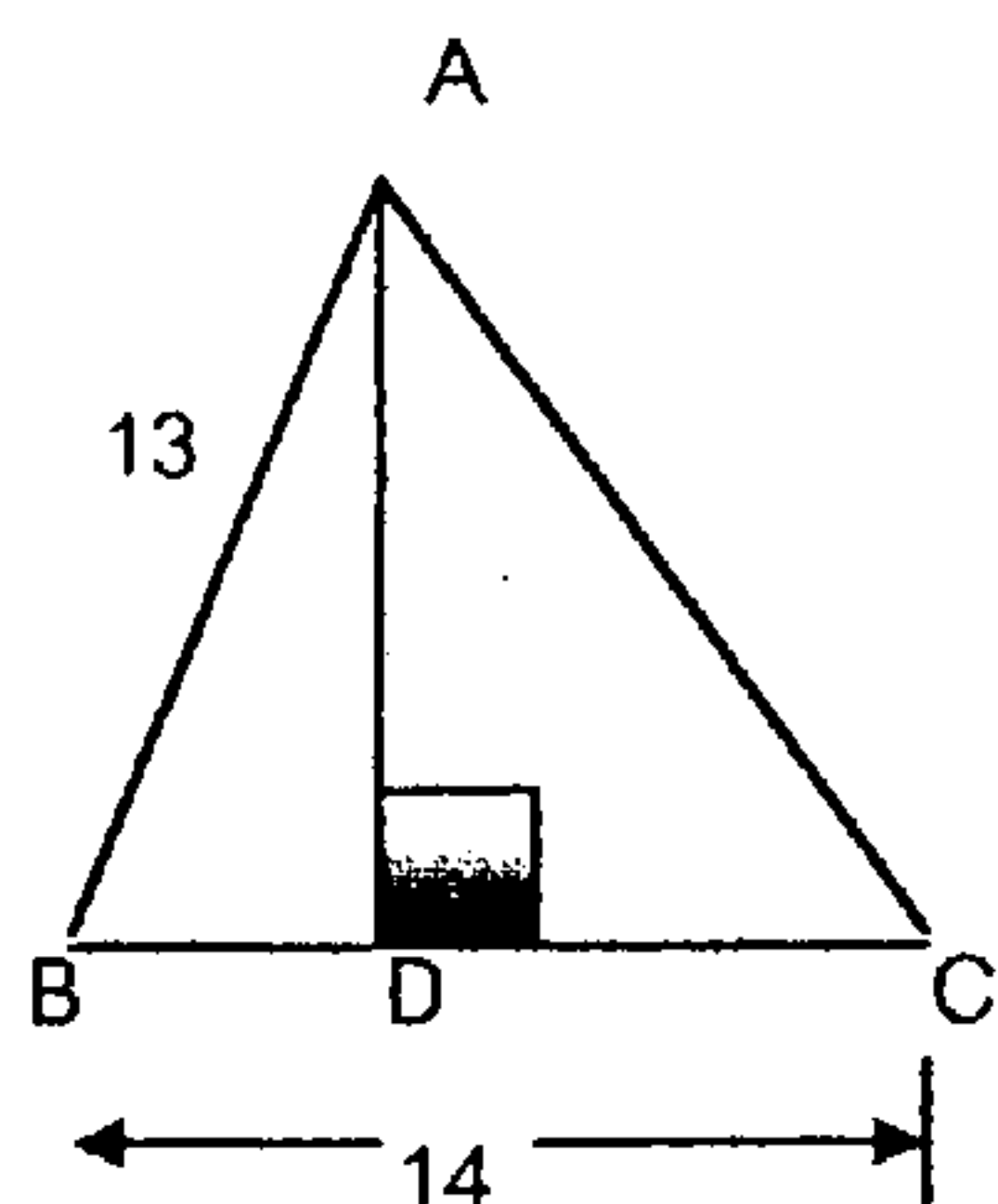
270. Glossary

271. Summary

272. Notes

273

3. จงพิจารณารูป $\triangle ABC$ ต่อไปนี้



จากรูป $AB = 13$ หน่วย

BC = 14 หน่วย

และรูป $\triangle ABC$ มีพื้นที่เท่ากับ 84 ตารางหน่วย

จงหาค่าของ $\sin B$ $\cos B$ และ $\tan B$

กำหนดให้

จะต้องหา.....

แนวคิด

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน
เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (รายข้อ)
ข้อละ 4 คะแนน

องค์ประกอบการให้คะแนน	คะแนน
1. การวิเคราะห์โจทย์ - ระบุสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง - ระบุสิ่งที่ต้องหา / จะต้องพิสูจน์ถูกต้อง	0.5
2. การแสดงวิธีทำ 2.1 แนวทางการแก้ปัญหาถูกต้องมีการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา 2.2 การแสดงวิธีทำ ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง ครบถ้วน 2.3 การคำนวณถูกต้อง	3 (1) (1) (1)
3. คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน - คำตอบถูกต้อง - หน่วยของคำตอบถูกต้อง	0.5

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง

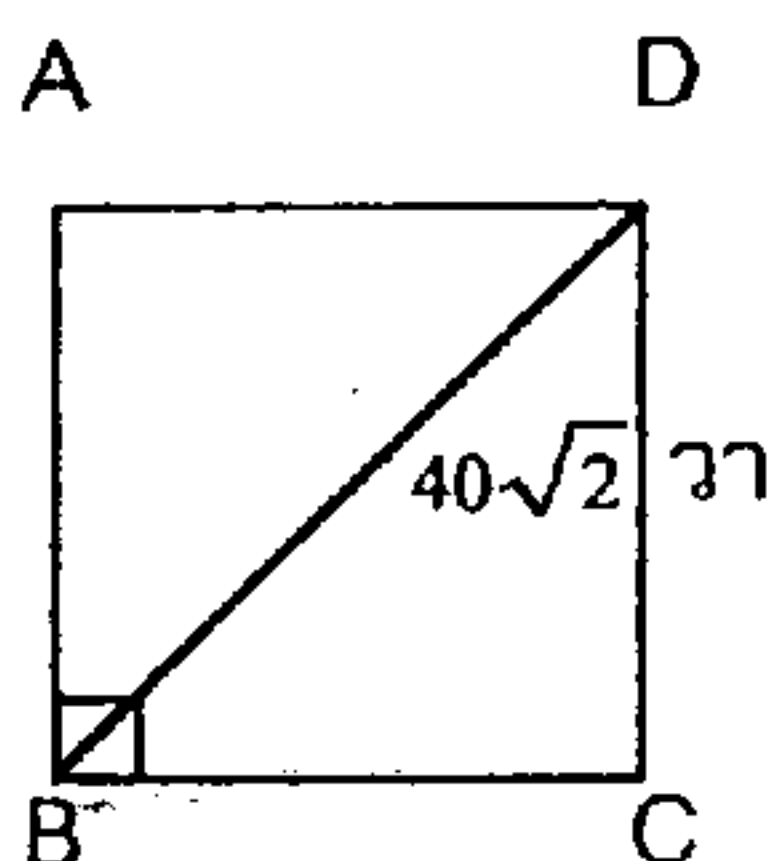
การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

** ** *

ชื่อ.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 / เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ
โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. ที่ตั้งของหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีเส้นทแยงมุมยาว $40\sqrt{2}$ วา
ถ้าต้องการวางท่อระบายน้ำรอบที่ตั้งของหมู่บ้านแห่งนี้ จะต้องใช้ท่อระบายน้ำยาวทั้งหมดเท่าไร
ดังรูป



แนวคิด

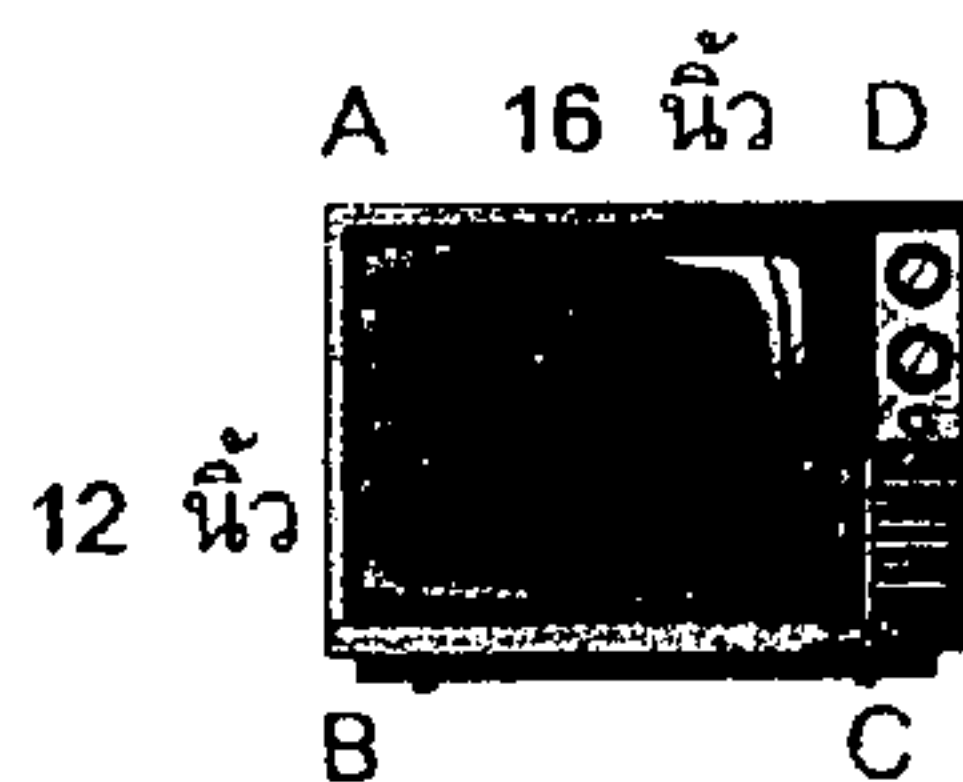
กำหนดให้

จะต้องหา

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

2. จอของโทรทัศน์สีเครื่องหนึ่งมีความกว้างและความยาวเป็น 12 และ 16 นิ้วตามลำดับ
โทรทัศน์สีเครื่องนี้มีขนาดกี่นิ้ว (ขนาดของโทรทัศน์ หมายถึง ความยาวของเส้นทแยงมุม
ของจอโทรทัศน์)

ดังรูป



แนวคิด

กำหนดให้.....

จะต้องหา

.....

.....

.....

.....

.....

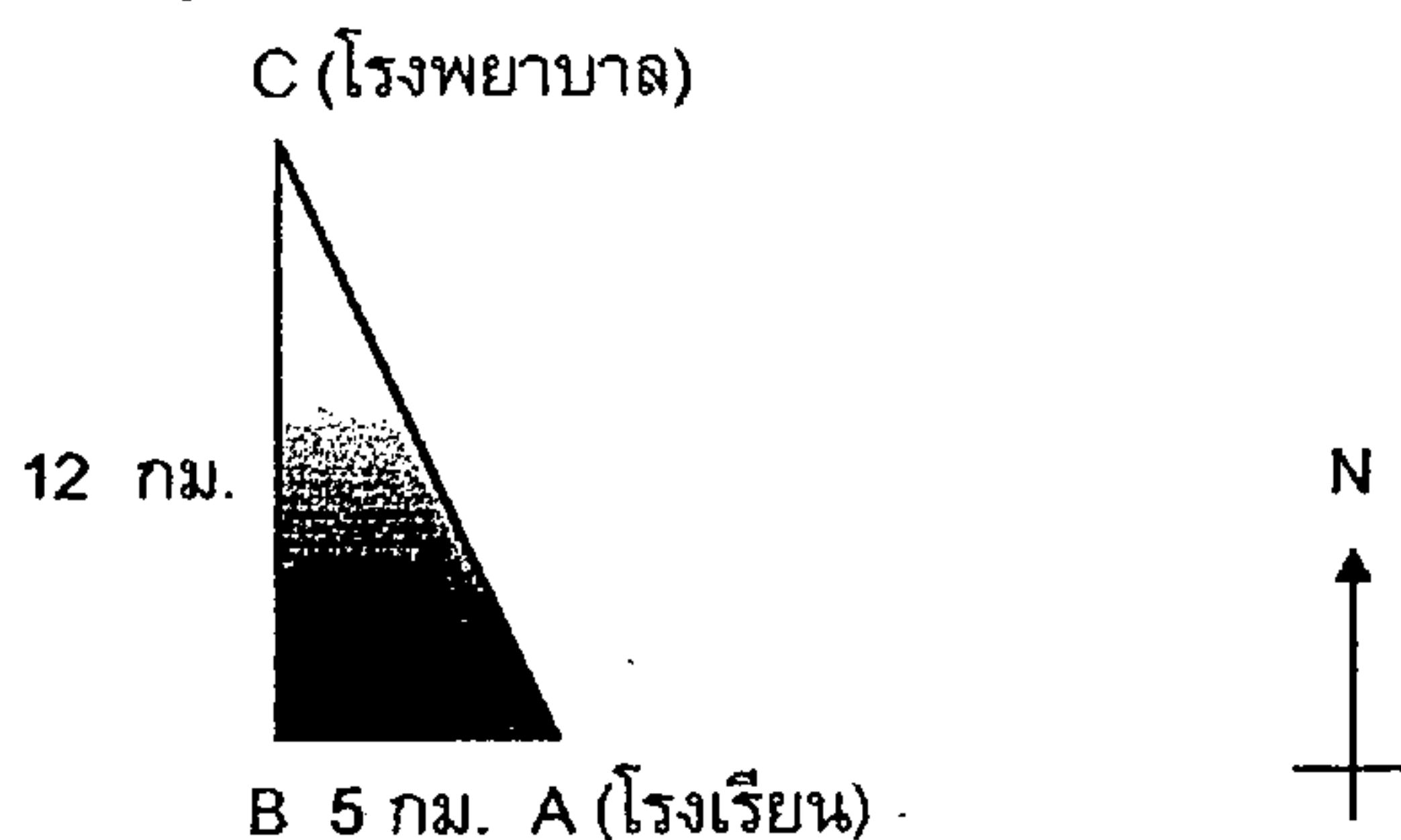
.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนต้องการไปดูงานที่โรงพยาบาล จึงออกเดินทางจากโรงเรียนไปทางทิศตะวันตก 5 กิโลเมตร แล้วเดินทางต่อไปยังทิศเหนืออีก 12 กิโลเมตร จึงถึงโรงพยาบาล จงหาระยะระหว่างโรงเรียนกับโรงพยาบาล ดังรูป



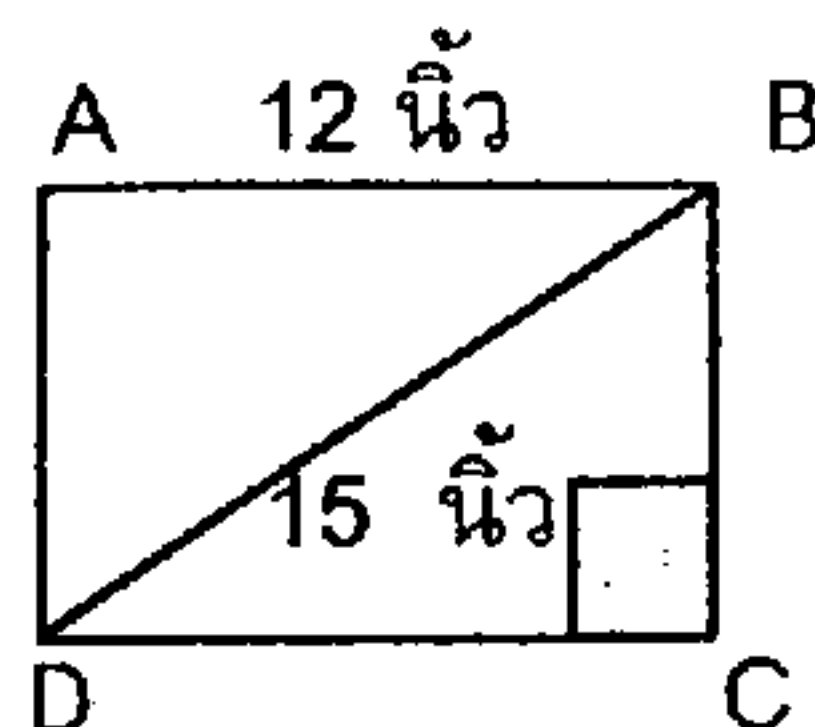
แนวคิด

กำหนดให้.....

จะต้องหา.....

1. *Introduction*
 2. *Methodology*
 3. *Results*
 4. *Discussion*
 5. *Conclusion*
 6. *References*
 7. *Appendix*
 8. *Notes*
 9. *Footnotes*
 10. *Index*
 11. *Glossary*
 12. *Abbreviations*
 13. *Acronyms*
 14. *Tables*
 15. *Figures*
 16. *Equations*
 17. *Formulas*
 18. *Diagrams*
 19. *Charts*
 20. *Maps*
 21. *Tables*
 22. *Figures*
 23. *Equations*
 24. *Formulas*
 25. *Diagrams*
 26. *Charts*
 27. *Maps*
 28. *Tables*
 29. *Figures*
 30. *Equations*
 31. *Formulas*
 32. *Diagrams*
 33. *Charts*
 34. *Maps*
 35. *Tables*
 36. *Figures*
 37. *Equations*
 38. *Formulas*
 39. *Diagrams*
 40. *Charts*
 41. *Maps*
 42. *Tables*
 43. *Figures*
 44. *Equations*
 45. *Formulas*
 46. *Diagrams*
 47. *Charts*
 48. *Maps*
 49. *Tables*
 50. *Figures*
 51. *Equations*
 52. *Formulas*
 53. *Diagrams*
 54. *Charts*
 55. *Maps*
 56. *Tables*
 57. *Figures*
 58. *Equations*
 59. *Formulas*
 60. *Diagrams*
 61. *Charts*
 62. *Maps*
 63. *Tables*
 64. *Figures*
 65. *Equations*
 66. *Formulas*
 67. *Diagrams*
 68. *Charts*
 69. *Maps*
 70. *Tables*
 71. *Figures*
 72. *Equations*
 73. *Formulas*
 74. *Diagrams*
 75. *Charts*
 76. *Maps*
 77. *Tables*
 78. *Figures*
 79. *Equations*
 80. *Formulas*
 81. *Diagrams*
 82. *Charts*
 83. *Maps*
 84. *Tables*
 85. *Figures*
 86. *Equations*
 87. *Formulas*
 88. *Diagrams*
 89. *Charts*
 90. *Maps*
 91. *Tables*
 92. *Figures*
 93. *Equations*
 94. *Formulas*
 95. *Diagrams*
 96. *Charts*
 97. *Maps*
 98. *Tables*
 99. *Figures*
 100. *Equations*
 101. *Formulas*
 102. *Diagrams*
 103. *Charts*
 104. *Maps*
 105. *Tables*
 106. *Figures*
 107. *Equations*
 108. *Formulas*
 109. *Diagrams*
 110. *Charts*
 111. *Maps*
 112. *Tables*
 113. *Figures*
 114. *Equations*
 115. *Formulas*
 116. *Diagrams*
 117. *Charts*
 118. *Maps*
 119. *Tables*
 120. *Figures*
 121. *Equations*
 122. *Formulas*
 123. *Diagrams*
 124. *Charts*
 125. *Maps*
 126. *Tables*
 127. *Figures*
 128. *Equations*
 129. *Formulas*
 130. *Diagrams*
 131. *Charts*
 132. *Maps*
 133. *Tables*
 134. *Figures*
 135. *Equations*
 136. *Formulas*
 137. *Diagrams*
 138. *Charts*
 139. *Maps*
 140. *Tables*
 141. *Figures*
 142. *Equations*
 143. *Formulas*
 144. *Diagrams*
 145. *Charts*
 146. *Maps*
 147. *Tables*
 148. *Figures*
 149. *Equations*
 150. *Formulas*
 151. *Diagrams*
 152. *Charts*
 153. *Maps*
 154. *Tables*
 155. *Figures*
 156. *Equations*
 157. *Formulas*
 158. *Diagrams*
 159. *Charts*
 160. *Maps*
 161. *Tables*
 162. *Figures*
 163. *Equations*
 164. *Formulas*
 165. *Diagrams*
 166. *Charts*
 167. *Maps*
 168. *Tables*
 169. *Figures*
 170. *Equations*
 171. *Formulas*
 172. *Diagrams*
 173. *Charts*
 174. *Maps*
 175. *Tables*
 176. *Figures*
 177. *Equations*
 178. *Formulas*
 179. *Diagrams*
 180. *Charts*
 181. *Maps*
 182. *Tables*
 183. *Figures*
 184. *Equations*
 185. *Formulas*
 186. *Diagrams*
 187. *Charts*
 188. *Maps*
 189. *Tables*
 190. *Figures*
 191. *Equations*
 192. *Formulas*
 193. *Diagrams*
 194. *Charts*
 195. *Maps*
 196. *Tables*
 197. *Figures*
 198. *Equations*
 199. *Formulas*
 200. *Diagrams*
 201. *Charts*
 202. *Maps*
 203. *Tables*
 204. *Figures*
 205. *Equations*
 206. *Formulas*
 207. *Diagrams*
 208. *Charts*
 209. *Maps*
 210. *Tables*
 211. *Figures*
 212. *Equations*
 213. *Formulas*
 214. *Diagrams*
 215. *Charts*
 216. *Maps*
 217. *Tables*
 218. *Figures*
 219. *Equations*
 220. *Formulas*
 221. *Diagrams*
 222. *Charts*
 223. *Maps*
 224. *Tables*
 225. *Figures*
 226. *Equations*
 227. *Formulas*
 228. *Diagrams*
 229. *Charts*
 230. *Maps*
 231. *Tables*
 232. *Figures*
 233. *Equations*
 234. *Formulas*
 235. *Diagrams*
 236. *Charts*
 237. *Maps*
 238. *Tables*
 239. *Figures*
 240. *Equations*
 241. *Formulas*
 242. *Diagrams*
 243. *Charts*
 244. *Maps*
 245. *Tables*
 246. *Figures*
 247. *Equations*
 248. *Formulas*
 249. *Diagrams*
 250. *Charts*
 251. *Maps*
 252. *Tables*
 253. *Figures*
 254.

4. ก้นถังน้ำมันพีชเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีเส้นทแยงมุมยาว 15 นิ้ว และมีความยาวของด้านหนึ่งเป็น 12 นิ้ว ก้นถังน้ำมันใบนี้มีพื้นที่ผิวทั้งหมดเท่าไร ดังรูป



แนวคิด

กำหนดให้.....

จะต้งหา.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

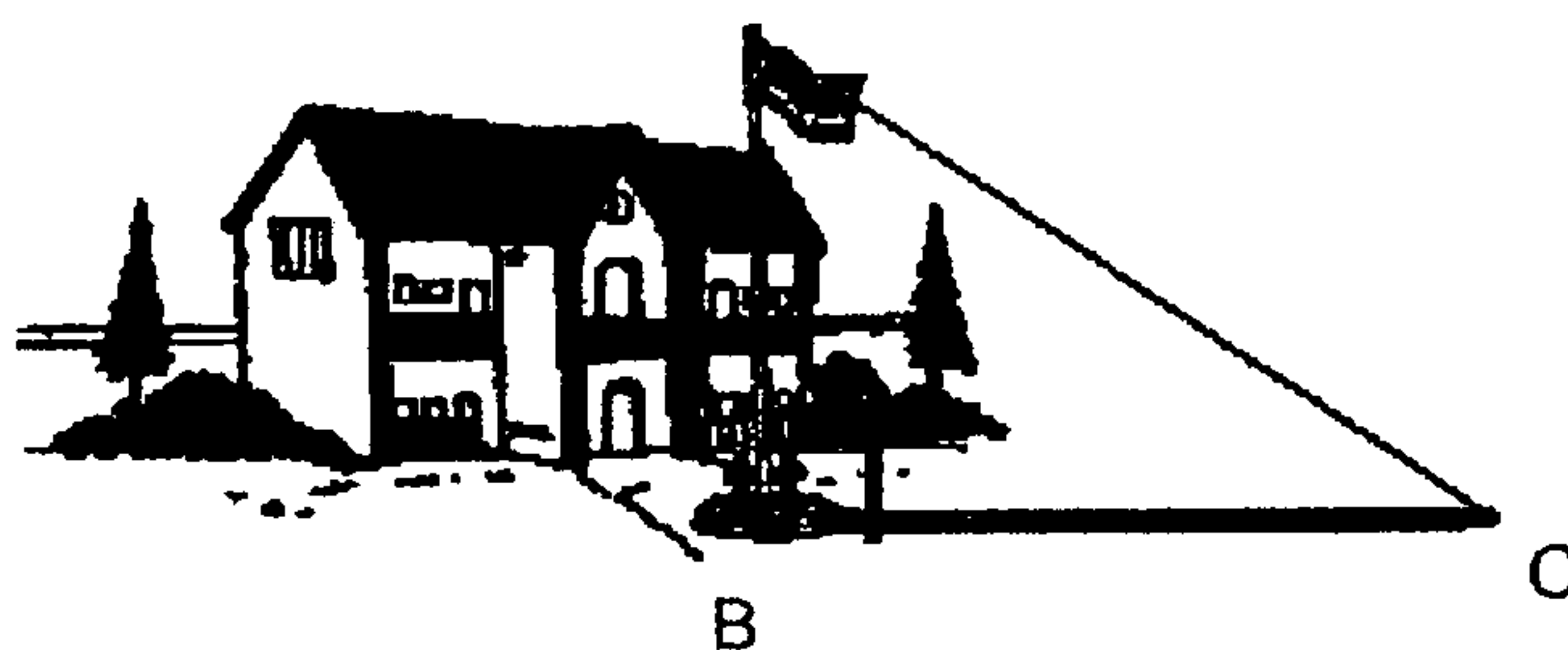
.....

.....

.....

.....

6. เงามองเสาธงทอดตามพื้นดินยาว 12 ฟุต ถ้าเสาธงสูง 9 ฟุต จงหาค่า $\sin A$, $\cos A$ และ $\tan A$ ดังรูป



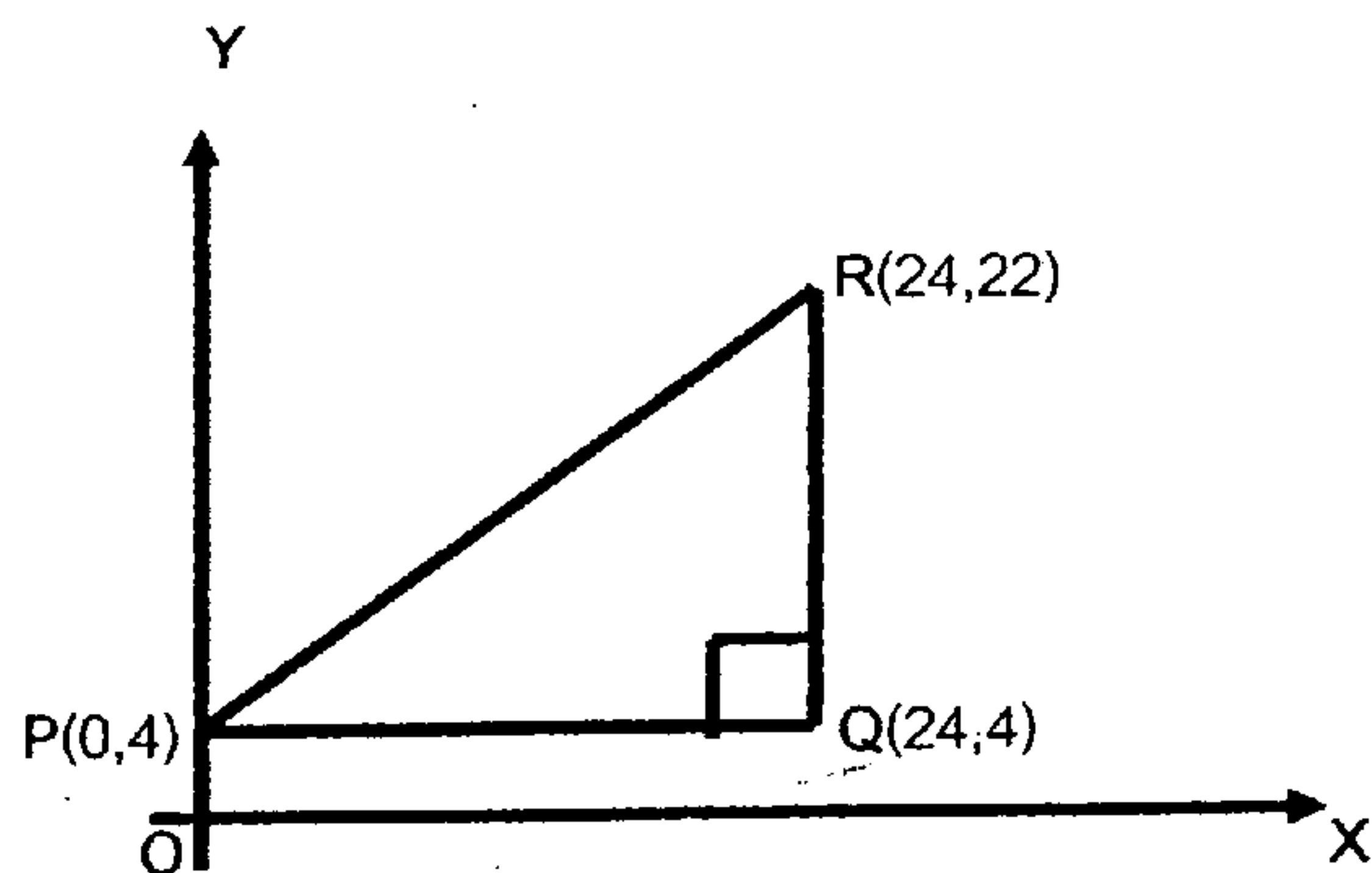
แนวคิด

กำหนดให้.....

จะต้องหา.....

[illegible]

7. พิจารณารูป $\triangle PQR$ โดยมี PQR เป็นมุมฉาก ถ้าจุด P แทนด้วยคู่อันดับ (0,4) จุด Q แทนด้วยคู่อันดับ (24,4) และจุด R แทนด้วยคู่อันดับ (24,22) จงหาระยะห่างระหว่างจุด P และ จุด R



แนวคิด

กำหนดให้.....

จะต้องหา.....

.....

.....

.....

Age Group	Percentage
18-24	~10%
25-34	~10%
35-44	~10%
45-54	~10%
55-64	~10%
65-74	~10%
75-84	~10%
85+	~10%

.....

.....

.....

.....

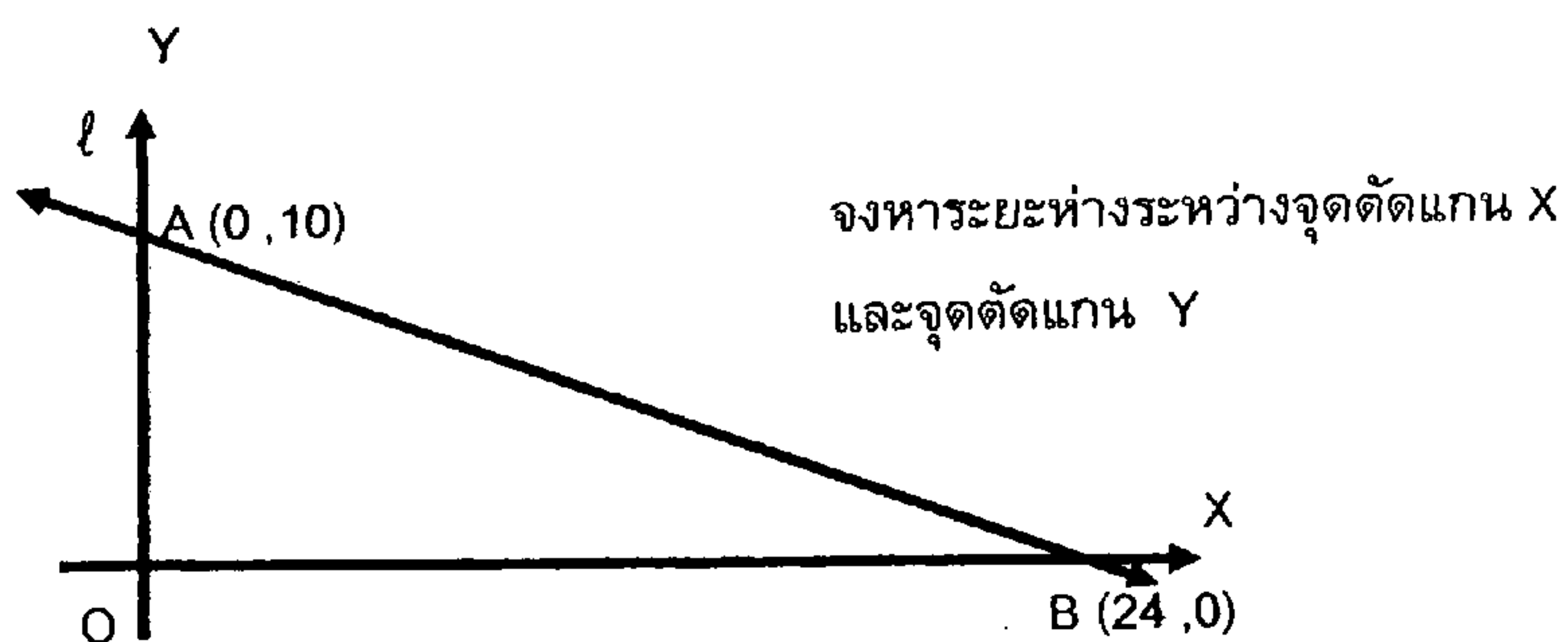
.....

.....

.....

.....

8. จงพิจารณากากราฟของเส้นตรงต่อไปนี้



แนวคิด

กำหนดให้.....

จะต้องหา.....

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the paper.

เกณฑ์การให้คะแนน
เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (รายข้อ)
ข้อละ 4 คะแนน

องค์ประกอบการให้คะแนน	คะแนน
1. การวิเคราะห์โจทย์ - ระบุสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง - ระบุสิ่งที่ต้องหา / จะต้องพิสูจน์ถูกต้อง	0.5
2. การแสดงวิธีทำ 2.1 แนวทางการแก้ปัญหาถูกต้องมีการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา 2.2 การแสดงวิธีทำ ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง ครบถ้วน 2.3 การคำนวณถูกต้อง	3 (1) (1) (1)
3. คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน - คำตอบถูกต้อง - หน่วยของคำตอบถูกต้อง	0.5

ภาคผนวก ง

- ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการทดลอง

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ-ชื่อสกุล	นางสาวนงลักษณ์ แก้วมาลา
วันเดือนปีเกิด	16 ธันวาคม 2519
สถานที่เกิด	อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	5/2 ม.10 ตำบลหนองไข่น้ำ อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง ตำบลหนองโรง อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี 18140
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2538	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนหนองแค "สรกิจพิทยา" อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี
พ.ศ. 2542	คบ.(คณิตศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 1 สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2547	กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ